Я.И. ПЕРЕЛЬМАН

МАТЕМАТИКА

В ЗАНИМАТЕЛЬНЫХ РАССКАЗАХ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В книге раскрываются математические загадки, зашифрованные в приключенческих и фантастических рассказах известных авторов Герберта Уэллса, Жюля Верна, Курда Лассвица и др. Возможно ли путешествие на мыльном пузыре? Существует ли механизм для произвольного движения в четвертом измерении? Ответы на эти и другие — непременно интересные — вопросы любознательный читатель найдет здесь.

- Яков Исидорович Перельман
  - Предисловие
  - На мыльном пузыре[1]
    - I
    - II
    - III
    - Примечание редактора. Относительность пространства и времени
  - Машина времени
    - I. Введение
    - II. Машина
    - III. Путешественник во времени возвращается
    - IV. Рассказ путешественника
    - XV. Путешественник возвращается
    - XVI. После рассказа
    - Примечание редактора. Время как четвертое измерение
  - На комете
    -
    - Примечания редактора
      - 1
      - 2
      - 3
  - Предшественник Нансена
    -
    - Примечание редактора живой планетарий
  - Универсальная библиотека
    -
    - Примечания редактора
  - Пирамида Хеопса и ее тайны
    -
    - Примечание Я.И. Перельмана Действия над приближенными числами

- История одной игры
  - I
  - II
  - Примечание редактора
- Странная задача на премию
  -
  - Примечание редактора Диофант Александрийский
- Числовые анекдоты
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - Добавление редактора Решения задач
- Хитрое разрешение мудреной задачи
  -
  - Примечание редактора Увеселительная арифметика в.г. бенедиктова

- notes
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20
  - 21
  - 22

- ○ 23
- ○ 24
- ○ 25
- ○ 26
- ○ 27
- ○ 28
- ○ 29
- ○ 30
- ○ 31
- ○ 32
- ○ 33
- ○ 34
- ○ 35
- ○ 36
- ○ 37
- ○ 38
- ○ 39

Яков Исидорович Перельман
Математика в занимательных рассказах

Предисловие

В поисках средств для оживления в широких кругах интереса к математике мне пришла мысль собрать ряд произведений, трактующих математические темы в беллетристической или полубеллетристической форме, и предложить их читателю с соответствующими комментариями. Число таких произведений, впрочем, весьма ограничено. Этим объясняются скромные размеры настоящего сборника. Однако затрагиваемые в нем математические темы все же довольно разнообразны: относительность пространства и времени, четырехмерный мир, расчеты из области небесной механики, вопросы математической географии, комбинаторика и исполинские числа, приближенные вычисления, приложение математического анализа к играм, неопределенный анализ, уравнения. Можно надеяться, что этот небольшой сборник натолкнет иных читателей на более серьезные размышления и побудит к систематическому ознакомлению с тем или иным отделом математики.

Предлагаемый сборник является первым известным мне опытом подобного рода.

_____

Второе издание было пополнено очерком составителя «Пирамида Хеопса и ее тайны», сопровождающимся краткой статьей о действиях над приближенными числами. Исправлены, кроме того, опечатки первого издания.

Я. П.

На мыльном пузыре[1]
Рассказ Курда Лассвица

I

— Дядя Вендель! А дядя Вендель! Какой большой мыльный пузырь, смотри… Что за чудесные краски! Откуда такие? — кричал мой сынишка из окна в сад, куда он сбрасывал свои пестрые мыльные пузыри.

Дядя Вендель сидел со мной в тени высокого дерева, и сигары наши улучшали чистый воздух прелестного летнего дня.

— Гм! — проворчал, обращаясь ко мне, дядя Вендель. — Ну-ка, объясни ему! Желал бы я видеть, как ты с этим справишься. Интерференция в тонких пластинках, не так ли? Волны различной длины; полосы, не покрывающие друг друга, и т. д. Много бы из этого понял мальчуган! Гм…

Дядя Вендель сделал уже ряд открытий. В сущности, он ничего, кроме открытий, и не делал. Его квартира была настоящая лаборатория — наполовину мастерская алхимика, наполовину — современный физический кабинет. Удостоиться проникнуть в него было большою честью. Все открытия свои он держал в секрете. Лишь изредка, в тесном кругу, приподнимал он немного завесу своих тайн. И тогда я изумлялся его учености, а еще больше — глубине проникновения в научные методы, в эволюцию культурных достижений. Но немыслимо было убедить его выступить публично со своими взглядами, а следовательно, и с открытиями, которые, как он утверждал, не могут быть поняты без его собственных теорий. Я сам присутствовал при том, как он искусственным путем приготовил белок из неорганических веществ. Когда я настаивал, чтобы он обнародовал это выдающееся открытие, способное, быть может, совершенно преобразовать наши социальные отношения, он отвечал:

— Не имею охоты выставлять себя на посмешище. Не поймут. Не созрели еще. Никаких общих точек… Другой мир, другой мир! Лет через тысячу… Пусть себе спорят… Все одинаково невежественны…

Последним открытием его был «микроген». Не знаю наверное, что это такое — особое вещество или аппарат. Но насколько я понял, дядя Вендель мог посредством него достигать уменьшения как пространственных, так и временных отношений в любом масштабе. Уменьшения не только для глаза, какое достигается с помощью оптических приборов, но и для всех прочих чувств. Деятельность сознания изменяется так, что хотя восприятия остаются качественно неизменными, все количественные отношения сокращаются. Дядя утверждал, что любого человека и всю воспринимаемую им окружающую

обстановку он может уменьшить в миллион или в биллион раз. Как? В ответ на этот вопрос дядя тихо рассмеялся про себя и пробормотал:

— Гм… Не понять тебе… Невозможно объяснить… Совершенно бесполезно!.. Не хочешь ли лучше испытать на себе? Да? Взгляни-ка на эту вещицу.

Он вынул из кармана небольшой аппарат. Я различил несколько стеклянных трубок в металлической оправе с винтами и мелкой шкалой. Дядя поднес трубки к моему носу и начал что-то вращать. Я почувствовал, что вдыхаю нечто необычное.

— Как красиво! — опять воскликнул мой сынишка, восхищенный новым мыльным пузырем, который плавно опускался с подоконника.

— Всматривайся в этот пузырь, — сказал дядя, продолжая вертеть.

Мне показалось, что пузырь увеличивается у меня на глазах. Я словно приближался к нему все более и более. Окно с мальчиком, стол, за которым мы сидели, деревья сада — все отодвигалось вдаль, становилось туманнее. Один лишь дядя по-прежнему оставался вблизи меня; трубки свои он снова положил в карман. Наконец, прежняя обстановка наша исчезла совсем. Подобно исполинскому матовому куполу, расстилалось над нами небо, примыкавшее к горизонту. Мы стояли на зеркальной глади обширного замерзшего моря. Лед был гладок и без трещин. Тем не менее он, казалось, находился в легком волнообразном движении. Здесь и там возвышались над гладью какие-то неясные фигуры.

— Что произошло? — крикнул я в испуге. — Где мы? Несемся по льду?

— По мыльному пузырю, — невозмутимо ответил дядя. — Ты принимаешь за лед поверхность водяной пленки, образующей пузырь. Знаешь, какой толщины та пленка, на которой мы стоим? В обычных человеческих мерах она равна 5000-й доле сантиметра. Пятьсот таких слоев, наложенные друг на друга, составят вместе один миллиметр.

Я невольно поднял ногу, словно мог этим уменьшить свой вес.

— О, дядя, — воскликнул я, — перестань шутить! Неужели ты говоришь правду?

— Сущую правду. Но не трусь. Пленочка эта для нынешних твоих размеров равна по прочности стальной панцирной плите в 200 метров толщиною. Благодаря микрогену, мы уменьшены сейчас в масштабе 1: 100 миллионов. Это значит, что мыльный пузырь, обхват которого в человеческих мерах 40 сантиметров,

теперь столь же велик для нас, как земной шар для людей.

— Какой же величины мы сами? — спросил я в отчаянии.

— Рост наш равен 1/60000 доле миллиметра. Нас невозможно разглядеть в сильнейшие микроскопы.

— Но почему не видим мы дома, сады, людей, не видим земли, наконец?

— Все это находится за пределами нашего горизонта. Но даже когда Земля и взойдет над горизонтом, ты ничего на ней не различишь, кроме матового сияния; вследствие нашего уменьшения оптические условия настолько изменились, что, хотя мы вполне ясно видим все в нашей новой обстановке, мы совершенно отрешены от прежнего своего мира, размеры которого в 100 миллионов раз больше. Тебе придется довольствоваться тем, что доступно нашему зрению на мыльном пузыре, — этого будет достаточно.

Тем временем мы брели по мыльному пузырю и достигли места, где вокруг нас фонтаном били вверх прозрачные струи. В голове моей пронеслась мысль, от которой кровь застучала в висках… Ведь пузырь может каждую секунду лопнуть! Что будет, если я окажусь на одной из разбрызганных водяных пылинок, а дядя Вендель со своим микрогеном — на другой? Кто меня тогда разыщет? И что будет со мной, если я на всю жизнь останусь ростом в 1/60000 миллиметра? Кем буду я среди людей? Гулливера среди великанов нельзя и сравнить со мной, потому что никто из людей не мог бы меня даже увидеть. Жена… бедные мои дети!.. Кто знает, не вдохнут ли они меня с ближайшим вдохом в свои легкие! И когда они станут оплакивать мое загадочное исчезновение, я буду прозябать в их крови, подобно невидимой бактерии…

— Скорей, дядя, скорей! — завопил я. — Возврати нам человеческий рост! Пузырь должен сейчас лопнуть… Странно, что он еще цел. Как долго мы здесь?

— Пусть это не тревожит тебя, — невозмутимо ответил дядя. — Пузырь сохранит свою целость дольше, чем мы здесь пробудем. Наша мера времени уменьшилась вместе с нами, и то, что ты здесь принимаешь за минуту, составляет по земной оценке лишь стомиллионную ее долю. Если мыльный пузырь витает в воздухе только 10 земных секунд, то при нынешних наших условиях это отвечает целой человеческой жизни. Обитатели же пузыря живут наверное еще в сто тысяч раз быстрее, нежели мы теперь.

— Как? На мыльном пузыре обитатели?

— Конечно, и даже довольно культурные. Но время течет для них в десять биллионов раз[2] быстрее человеческого темпа; это

значит, что они воспринимают все впечатления и вообще живут в десять биллионов раз стремительнее. Три земных секунды составляют столько же, сколько на мыльном пузыре миллион лет, — если только его обитателям знакомо понятие «год»: ведь наш пузырь не обладает равномерным, достаточно быстрым круговым движением. Мы находимся на пузыре, который образовался не менее 6 секунд тому назад; в течение этих двух миллионов лет могла успеть развиться пышная живая природа и достаточная цивилизация. По крайней мере это вполне согласуется с моими наблюдениями над другими мыльными пузырями: всякий раз я обнаруживал в них родственное сходство с матерью-Землею.

— Но эти обитатели… где же они? Здесь видны предметы, которые я готов принять за растения; эти полушаровидные купола могли бы быть городами. Но я не вижу ничего похожего на людей.

— Вполне естественно. Способность наша воспринимать внешний мир, даже ускоренная в сто миллионов раз по сравнению с человеческой, все еще в 100 000 раз медленнее, нежели у «мылоземельцев» (будем так называть обитателей мыльного пузыря). Если сейчас нам кажется, что прошла одна секунда, то они прожили 28 часов.[3] В такой пропорции ускорена здесь вся жизнь. Взгляни-ка на эти растения.

— Действительно, — сказал я, — мне видно, как деревья (эти коралловидные образования, конечно, не что иное, как деревья) вырастают на наших глазах, цветут и приносят плоды. А вот тот дом словно сам растет из-под земли.

— Его сооружают мылоземельцы. Мы не видим самих строителей, движения их слишком быстры для нашей способности восприятия. Но сейчас мы поможем делу. С помощью микрогена я изощрю наше чувство времени еще в 100 000 раз. Вот — понюхай-ка еще раз. Размеры наши останутся те же, я переставил только шкалу времени.

II

Дядя вновь извлек свои трубки. Я понюхал — и тотчас же очутился в городе, окруженный многочисленными, деятельно занятыми существами, имевшими несомненное сходство с людьми. Они казались мне немного прозрачными, что обусловливалось, вероятно, их происхождением из глицерина и мыла. Мы слышали и их голоса, хотя не могли понять их языка. Растения утратили быструю свою изменчивость; мы находились теперь по отношению к ним в тех же условиях восприятия, как и мылоземельцы или как обыкновенные люди по отношению к земным организмам. То, что представлялось нам раньше струями фонтана, оказалось стеблями быстро растущего высокого злака.

Обитатели мыльного пузыря также воспринимали нас теперь и забросали многочисленными вопросами, обнаруживавшими их живую любознательность.

Взаимное понимание налаживалось туго, так как члены их, имевшие некоторое сходство с щупальцами полипов, делали настолько странные движения, что даже язык жестов оказывался неприменимым. Тем не менее мылоземельцы встретили нас дружелюбно; как мы узнали позже, они приняли нас за обитателей другой, еще неисследованной части их собственного шара. Они предложили нам пищу, имевшую сильный щелочный привкус и не особенно нам понравившуюся; со временем мы привыкли к ней, но было очень неприятно, что здесь не имелось настоящих напитков, а одни только кашеобразные супы. На этом мировом теле вообще все имело нежную студенистую консистенцию, и удивительно было наблюдать, что даже в таких своеобразных условиях творческая сила природы произвела путем приспособления самые целесообразные создания. Мылоземельцы оказались действительно культурными существами. Пища, дыхание, движение и покой — необходимые потребности всех живых созданий — дали нам первые опорные точки, чтобы понять кое-что из их языка.

Так как они бережно заботились о наших потребностях, а дядя убедил меня, что наше отсутствие из дому не превзойдет границ, совершенно не заметных в земных условиях, то я с удовольствием пользовался случаем изучить этот новый мир. Чередования дней и ночей здесь не было, зато, были правильные перерывы в работе, соответствовавшие приблизительно нашему суточному делению времени. Мы усердно занимались изучением мыло-земельского языка и успели тщательно исследовать физическое строение мыльного пузыря, а также господствующие

здесь общественные отношения. С последнею целью мы предприняли путешествие в столицу, где были представлены главе государства, носившему титул «Владыки мыслящих». Мылоземельцы называли себя «мыслящими» и имели на это право, потому что научная культура стоит у них высоко и все население принимает живое участие в научных спорах. Мы имели печальный случай близко с этим познакомиться.

Я старательно записывал результаты наших наблюдений и накопил богатый материал, который собирался по возвращении на землю обработать в виде «Истории культуры мыльного пузыря». К несчастью, я не учел одного обстоятельства. При нашем весьма поспешном вынужденном возвращении к прежним размерам записки оказались не при мне и вследствие этой несчастной случайности были недосягаемы для действия микрогена. Теперь же эту не-увеличенную рукопись нет возможности отыскать: она витает невидимой пылинкой где-нибудь кругом нас, а с нею вместе — доказательство моего пребывания на мыльном пузыре…

III

Мы прожили среди мылоземельцев года два, когда спор двух распространенных здесь главных школ обострился до крайности. Утверждения более старой школы об устройстве мира подверглись убийственной критике со стороны выдающегося естествоиспытателя Глагли,[4] которого энергично поддерживала более молодая прогрессивная школа. Ввиду этого, как принято здесь в подобных случаях, Глагли, привлечен был к трибуналу «Академии мыслящих», чтобы установить, допустимы ли его теории и открытия с точки зрения государственных интересов и общественного порядка. Противники Глагли опирались главным образом на то, что новые учения противоречат древним незыблемым основным законам «мыслящих». Они требовали поэтому, чтобы Глагли либо отрекся от своих взглядов, либо понес законную кару за лжеучение. В особенности зловредными и еретическими находили следующие три пункта учения Глагли.

Первый. Мир внутри полый, наполнен воздухом, и кора его не превышает 300 локтей. — Против этого возражали: если бы земля, на которой обитают «мыслящие», была пуста, она давно бы уже проломилась. Между тем в книге древнего мудреца Эмзо (это — мылоземельный Аристотель) читаем: «Мир наш сплошной и не разрушится веками».

Во-вторых, Глагли утверждал: мир состоит всего из двух первичных элементов — жира и щелочи, которые вообще единственные в мире вещества и существуют извечно; из них механическим путем развился мир; в мире не может быть ничего иного, кроме того, что состоит из жира и щелочи. Воздух есть испарения этих элементов. — Этому противопоставлялось утверждение, что элементами являются не одни жир и щелочь, но также глицерин и вода; немыслимо допустить, чтобы они приняли шарообразную форму самопроизвольно; в древнейших же письменных памятниках «мыслящих» читаем: «Мир выдут устами исполина, имя коего Рудипуди».

В-третьих, Глагли учил: мир наш — не единственный: существует бесчисленное множество миров, представляющих собою полые шары из жира и щелочи и свободно парящих в воздухе. На них также живут мыслящие существа. — Эти утверждения объявлены были не только ложными, но и опасными для государства, так как если бы существовали другие миры, которых мы не знаем, то на них не распространялась бы власть «Владыки мыслящих». Между тем основной закон государства гласит: «Каждый, утверждающий, что существует нечто, Владыке

мыслящих неподвластное, подлежит кипячению в глицерине до полного размягчения».

Глагли защищался. На суде он особенно напирал на то, что учение о сплошности мира противоречит утверждению, что он выдут, и опрашивал: на чем же стоял исполин Рудипуди, если других миров не существует? Академики старой школы сами были противниками этого учения, и Глагли отстоял бы перед трибуналом свои первые два тезиса, если бы третий не подрывал его лояльности. Политическая неблагонадежность этого тезиса была очевидна, и даже друзья Глагли не решались выступить по этому пункту в его защиту, ибо утверждение, будто существуют другие миры, рассматривалось как противогосударственное и антинациональное. Но так как Глагли не желал отречься от своих взглядов, то большинство академиков было против него, и наиболее рьяные враги его приготовили уже котел с глицерином, чтобы кипятить еретика до размягчения.

Я слушал эти необоснованные доводы за и против, хорошо зная, что нахожусь на пузыре, который секунд шесть тому назад сынишка мой выдул соломинкой у садового окна моего дома. Видя, что в результате столкновений этих вдвойне ложных мнений должно погибнуть благородное мыслящее существо (так как кипячение до размягчения является для мылоземельцев смертельным), я не мог больше сдерживать себя, поднялся и потребовал слова.

— Не делай глупостей, — шептал, придвигаясь ко мне, дядя Вендель. — Ты себя погубишь. Ничего не поймут, увидишь! Молчи!

Я не поддался и начал:

— Граждане мыслящие! Позвольте высказаться гражданину, располагающему достоверными сведениями о происхождении и устройстве вашего мира.

Поднялся всеобщий ропот. «Что! Как! *Вашего* мира? У вас разве другой? Слушайте! Слушайте!.. Дикарь, варвар!.. Он знает, как возник мир!»

— Как возник мир, не знает никто, ни вы, ни я, — продолжал я, повысив голос. — Потому что все «мыслящие», как и мы оба, — лишь ничтожная частица мыслящих существ, рассеянных по различным мирам. Но как возник тот эфемерный клочок мира, на котором мы сейчас находимся, — это я могу вам сказать. Мир ваш действительно полый и наполнен воздухом; кора его не толще, чем указано гражданином Глагли. Она, без сомнения, когда-нибудь лопнет, — но до того времени пройдут еще миллионы ваших лет (громкое «браво» глаглианцев). Верно и то, что существует еще много обитаемых миров, но не все они

представляют собою полые шары; нет, это во много миллионов раз более крупные каменные массы, обитаемые такими существами, как я. Жир и щелочь не только не единственные элементы, но и вообще не элементы: это вещества сложные, которые лишь случайно являются преобладающими в вашем крошечном мыльнопузырном шаре…

— Мыльнопузырный мир? — Буря возмущения поднялась со всех сторон.

— Да, — храбро кричал я, не обращая внимания на жесты дяди Венделя. — Да, мир ваш — не более, как мыльный пузырь, который выдули на конце соломинки уста моего маленького сына и который в ближайший же момент пальцы ребенка могут раздавить. По сравнению с этим миром ребенок мой, конечно, исполин…

— Неслыханно!.. Безумие!.. — доносилось до меня со всех сторон, и чернильницы пролетали близ моей головы. — Это сумасшедший! Мир — мыльный пузырь! Сын его выдул мир! Он объявляет себя отцом творца мира. Закидать его камнями! Кипятить, кипятить…

— Во имя справедливости! — кричал я. — Выслушайте! Заблуждаются обе стороны. Не мир сотворен моим сыном; он выдул лишь этот шар в пределах мира, выдул по законам, которые господствуют над всеми нами. Он ничего не знает о вас, и вы ничего не можете знать о нашем мире. Я — человек. Я в сто миллионов раз больше вас и в десять биллионов раз старше. Освободите Глагли! Не спорьте по вопросам, которых вы не в состоянии разрешить…

— Долой Глагли!.. Долой «людей»! Посмотрим, сможешь ли ты раздавить мир между своими пальцами! Зови же своего сынишку! — раздавалось вокруг, когда меня и Глагли волокли к котлу с кипящим глицерином.

Пышущий жар обдавал меня. Напрасно пытался я защищаться.

— Внутрь его! — кричала толпа. — Посмотрим, кто лопнет раньше…

Горячий пар окружил меня, жгучая боль пронизала все тело и……

Я сидел рядом с дядей Венделем за садовым столом. Мыльный пузырь еще парил на прежнем месте.

— Что это было? — спросил я, изумленный и пораженный.

— Одна стотысячная доля секунды. На земле ничего не изменилось. Я успел вовремя передвинуть шкалу прибора, — иначе ты сварился бы в глицерине. Ну что: опубликовать открытие микрогена? Так тебе и поверят! Попробуй-ка, объясни

им…

Дядя рассмеялся, и мыльный пузырь лопнул.

Сын мой выдул новый.

Примечание редактора. Относительность пространства и времени

Рассказ «На мыльном пузыре» подводит непосредственно к вопросу об относительности пространства. Фантастический «микроген» обладает способностью уменьшать людей в произвольное число раз. Однако если бы уменьшились не только оба героя рассказа, их платье и содержимое их карманов, но также и весь мир, вся вселенная,[5] то они не ощутили бы ровно никакой перемены. Путешествие по мыльному пузырю не могло бы состояться по той простой причине, что самый пузырь уменьшился бы во столько же раз и был бы для наших героев так же мал, как и прежде. Вообще все предметы, по сравнению с которыми уменьшенные люди могли бы удостовериться в совершившемся изменении своего роста, тоже уменьшились бы в соответствующее число раз, и для людей исчезла бы всякая возможность обнаружить уменьшение своих размеров. Каждый желающий может поэтому смело объявить своим согражданам, что он сейчас уменьшил (или увеличил) их вместе со всем миром в миллион раз, — и никто не сможет его опровергнуть, никто не сможет доказать ему, что этого сделано не было. Зато и сам он, правда, ничем не сможет удостоверить свое утверждение.[6]

Принято думать, что невозможно обнаружить изменение размеров мира только при том условии, если все три его измерения подверглись соразмерному изменению, т. е. если мир изменил свою величину без искажения; всякое искажение мира, — полагают обычно, — не может ускользнуть от наших наблюдений. Однако это не так. Если бы, например, мир наш внезапно заменился другим миром, представляющим зеркальное отражение прежнего, — мы, проснувшись в таком мире, ничем не могли бы обнаружить произошедшей перемены. Мы писали бы левой рукой, выводя строки справа налево, наклоняя буквы налево, — и вовсе не сознавали бы, что совершаем нечто необычное. Ведь мы различаем Р и Ч или И и N только потому, что связываем правильное начертание с определенным направлением, — запоминаем, например, что у Р полукруг должен быть обращен в правую сторону.[7] Но в новом, «зеркальном» мире место правой руки заняла левая, и потому мы неизбежно будем теперь считать правильным начертание Ч. Короче говоря: отличить мир от симметричного с ним мира, если первый исчез и заменен вторым, — мы не в состоянии.

Более того: мы не заметили бы ни малейшей перемены в

мире даже и в том случае, если бы все предметы увеличились (или уменьшились) в разных направлениях в неодинаковое число раз. Если мир изменяется таким образом, что все предметы увеличиваются, например, в восточном направлении, скажем, в 1000 раз, а в прочих направлениях остаются неизменными, то и такое чудовищное искажение прошло бы для нас совершенно незамеченным. Действительно, как мог бы я убедиться, что стол, за которым я сижу, вытянулся в восточном направлении в 1000 раз? Казалось бы, весьма простым способом: если прежняя его длина в этом направлении была один метр, то теперь она равна 1000 метрам. Достаточно только, значит, произвести измерение. Но не забудем, что, когда я поверну метровый стержень в восточном направлении, чтобы выполнить это измерение, стержень мой удлинится (как и все предметы мира) в 1000 раз, и длина стола в восточном направлении по-прежнему будет одинакова с длиною стержня; я буду считать ее, на основании проделанного измерения, равной 1 метру. Теперь понятно, почему мы никаким способом не в силах были бы обнаружить, что форма мира подверглась указанному искажению.

Германский математик проф. О. Дзиобек приводит в одной из своих статей еще более удивительные соображения.

«Представим себе зеркало с отражающей поверхностью произвольной кривизны — одно из тех уродующих зеркал, которые выставляются в балаганах для увеселения посетителей, забавляющихся своим карикатурным отражением. Обозначим реальный мир через *A,* а его искаженное изображение через *B.* Если некто стоит в мире *A* у рисовальной доски и чертит на ней линейкой и циркулем линии и фигуры, то уродливый двойник его в *B* занимается тем же делом. Но доска наблюдателя в *A* на наш взгляд — плоская, доска же в *B* — изогнутая. Наблюдатель в *A* проводит прямую линию, а отраженный наблюдатель в *B* — кривую (т. е. представляющуюся нам кривой). Когда в *A* чертится полный круг, то в *B* выполняется то же самое, но замкнутая линия мира *B* кажется нам не окружностью, а некоторой сложной кривой, быть может, даже двоякой кривизны. Когда наблюдатель в мире *A* берет в руки прямой масштаб с нанесенными на нем равными делениями, то в руках его двойника оказывается тот же масштаб, но для нас он не прямой, а изогнутый, и притом с неравными делениями.

Допустим теперь, что *B* — не зеркальное отражение, а реально существующий объект. Каким образом мог бы наблюдатель мира *B* узнать, что его мир и собственное его тело искажены, если искажение одинаково захватывает все измерения, всю обстановку? Никаким. Более того: наблюдатель в *B* будет

думать о мире *A* то же, что наблюдатель в *A* думает о мире *B*; он будет убежден, что мир *A* искажен. Свои линии он будет считать прямыми, а наши — искривленными, свою чертежную доску плоской, а нашу — изогнутой, свои масштабные деления равными, а наши — неравными. Между обоими наблюдателями и их мирами **полная** взаимность. Когда наблюдатель в *A,* любуясь формами „своей“ статуи Аполлона, взглянет на искаженное изваяние в мире *B,* он найдет его, конечно, безобразно изуродованным. Гармония форм исчезнет бесследно: руки чересчур длинны и тонки и т. п. Но что сказал бы наблюдатель из мира *B1* Его Аполлон представился бы ему таким же совершенным, каким представляется нам наш, он будет превозносить его красоту и гармонию форм, а нашего Аполлона подвергнет уничтожающей критике: никакой пропорциональности, руки — бесформенные обрубки, и т. п.

Если предмет перед искажающей зеркальной поверхностью меняет свое положение — приближается, удаляется, отходит влево или вправо, — то изменяется и характер искажения. Искажения могут зависеть и от времени, если допустить, что кривизна отражающей поверхности непрестанно изменяется, порою исчезая вовсе (зеркало становится тогда плоским).

Отбросим теперь зеркало, которым мы пользовались только ради наглядности, и обобщим сказанное: если бы вся окружающая нас вселенная претерпела любое искажение, зависящее от места и времени, при условии, что искажение распространяется на все твердые тела, в частности на все измерительные инструменты и на наше тело, — то не было бы никакой возможности это искажение обнаружить».

Микроген Лассвица обладает способностью изменять не только пространственные размеры, но и быстроту течения времени. И здесь следует отметить, что изменение темпа времени в любое число раз не может быть никакими средствами обнаружено, если оно распространяется на все явления, совершающиеся во вселенной (или в ее изолированной части, за пределы которой наблюдатель не может проникнуть). Это станет понятнее, если напомним, что единственным мерилом времени являются для нас пространственные промежутки на измерителе времени — на часовом циферблате, на звездном небе и т. п. У нас нет никакой возможности убедиться, действительно ли часы идут равномерно: или Земля вращается равномерно, — как мы всегда допускаем. «Если бы сутки и их подразделения — часы, минуты, секунды — были неравномерны, если бы ход наших часов во времени менялся, если бы менялась и скорость вращения Земли

вокруг оси и обращения вокруг Солнца, а также скорость обращения Луны вокруг Земли, если бы тому же закону изменяемости подвержены были и всякие иные мерила для времени, — мы не были бы в состоянии обнаружить этой изменяемости и все осталось бы для нас по-старому» (Дзиобек). Не заметили бы мы никакой перемены в мире даже и в том случае, если бы «в некоторый момент все часы согласно остановились, и прекратились все движения, все изменения в окружающем нас мире, а по истечении определенного промежутка времени все ожило бы вновь, продолжало двигаться и жить, — словно в сказке об окаменелом царстве, где с наивной смелостью предвосхищено то, что мы называем относительностью нашего мерила времени».

Мы видим, что мир вовсе не должен быть в действительности так неизменен, как думает большинство людей, полагаясь на привычные представления и на показания наших чувств. Напротив, мир может ежесекундно претерпевать самые фантастические изменения: уменьшаться или увеличиваться в любое число раз, «выворачиваться наизнанку» (т. е. заменяться симметричным ему миром), искажать всячески свою форму, вырастая в одних направлениях и сокращаясь в других, искривляться на всевозможные лады, может ускорять или замедлять темп событий, порою останавливая их вовсе, — и никто из нас не в состоянии был бы обнаружить ни следа этих изменений. Волшебный микроген, о котором мечтал Лассвиц, даже несравненно более чудодейственный по своей силе, мог бы быть давно уже изобретен и совершать над нами свои парадоксальные метаморфозы, — и никто из нас об этом не подозревал бы.

Таковы следствия, неизбежно вытекающие из относительности пространства и времени.[8]

Машина времени
Извлечение из повести Г. Уэллса [9]

I. Введение

Путешественник во времени (вполне подходящее для него название) объяснял нам малодоступные пониманию вопросы. Его серые глаза блестели и мерцали; лицо, обыкновенно бледное, разгорелось от оживления. Мы же лениво восхищались серьезностью, с которой он выяснил свой новый парадокс (каковым мы в это время считали его идею), восхищались также и плодовитостью ума этого человека. Вот что он говорил:

— Вы должны внимательно следить за моими словами, потому что я постараюсь опровергнуть несколько общепринятых идей. Я утверждаю, например, что та геометрия, которой нас учили в школе, основана на неправильных представлениях.

— Вы, кажется, хотите начать со слишком трудного для нас вопроса, — сказал Фильби, известный спорщик.

— Я совсем не требую, чтобы вы принимали мои слова на веру, без всякого обоснования. Но вы скоро согласитесь с частью моих положений, а это все, чего я требую. Вам, конечно, известно, что математической линии, линии без малейшей толщины, реально не существует. То же самое можно сказать и относительно материальной плоскости. То и другое — отвлеченности.

— Правильно, — подтвердил психолог.

— Точно так же куб, имеющий только длину, ширину и толщину, не может существовать реально.

— Против этого я возражаю, — сказал Фильби. — Твердое тело, конечно, существует.

— Так думает большинство. Но может ли существовать «мгновенный» куб?

— Я вас не понимаю, — сказал Фильби.

— Можно ли говорить о реальном бытии куба, который на самом деле не существовал ни малейшего промежутка времени?

Фильби задумался.

— Ясно, — продолжал Путешественник, — что каждое реальное тело должно иметь протяжение в четырех измерениях, то есть обладать длиной, шириной, толщиной и продолжительностью существования. Существует четыре измерения: три мы называем измерениями пространства, четвертое — времени. Но люди совершенно неправильно склонны считать четвертое измерение чем-то существенно отличным от трех остальных. Это происходит потому, что наше сознание в течение всей жизни, от ее начала до конца, движется в одном направлении, вдоль времени. Люди совершенно упускают из виду

упомянутый факт; между тем это-то и есть четвертое измерение, хотя многие толкуют о нем, совершенно не зная, о чем они говорят. В сущности, я указываю вам только новый взгляд на время. Существует всего одно различие между временем и каким-либо другим из трех измерений пространства; вот оно: наше сознание движется вдоль времени. Но многие трактуют эту идею совершенно неправильно. Вы все слыхали, что говорят о четвертом измерении.

«Пространство, по мнению наших математиков, имеет три измерения. Между тем некоторые философски настроенные люди спрашивали, почему всегда говорят только о **трех** измерениях; почему не может существовать другое направление под прямыми углами к остальным трем? Ученые пытались даже создать геометрию четвертого измерения. Вы все знаете, что на плоской поверхности, имеющей всего два измерения, легко изобразить предмет с тремя измерениями; упомянутые же ученые полагают, что с помощью трех измерений они могли бы построить модель четырехмерную, если бы только овладели надлежащей перспективой.

Некоторое время я тоже работал над вопросом о геометрии четвертого измерения. Я достиг даже некоторых поразительных результатов. Например, вот портрет человека, сделанный когда ему было восемь лет; другой — когда ему минуло пятнадцать; третий — в семнадцатилетнем возрасте и так далее. Все это, очевидно, отдельные трехмерные представления его существования в пределах четвертого измерения. Вот перед вами общеизвестная научная диаграмма — запись погоды. Линия, которую я показываю пальцем, изображает колебания барометра; вчера он стоял вот на этой высоте, к ночи упал; сегодня утром опять поднялся и постепенно дошел до сих пор. Без сомнения, ртуть не наметила этой линии в каком-либо из общепринятых измерений пространства. Но она, несомненно, эту линию создала; следовательно, линия эта находится в четвертом измерении».

— Но, — сказал врач, — если время действительно только четвертое измерение пространства, то почему же его всегда считали чем-то совершенно иным? И почему мы не можем совершать перемещений во времени, как в других измерениях пространства?

Путешественник усмехнулся.

— А вы вполне уверены, что мы можем без помех двигаться в пространстве? Правда, мы довольно свободно перемещаемся вправо и влево, назад и вперед; а что скажете вы относительно движения вверх и вниз? Земное притяжение ставит нам в этом большие препоны.

— Не вполне, — сказал врач. — А воздушные шары?

— Ну, а до их появления человек не мог свободно двигаться в вертикальном направлении, если не считать судорожных подпрыгиваний да карабканья на возвышенности.

— А все-таки люди могут немного двигаться и вверх, и вниз, — заметил врач. — Во времени же вы совсем не можете перемещаться, не в состоянии уйти от настоящего мгновения.

— В этом отношении вы очень ошибаетесь, как ошибался и ошибается весь мир. Мы постоянно отдаляемся от настоящего мгновения. Наша духовная, лишенная всяких измерений жизнь проходит вдоль времени с равномерной быстротой, начиная с колыбели до могилы.

— Но существует одно очень большое затруднение, — прервал Путешественника психолог. — Человек может произвольно двигаться во всех направлениях пространства, во времени же — нет.

— Вот это-то и составляет ядро моего великого открытия. Впрочем, вы ошибаетесь, говоря, что мы не в силах двигаться во времени. Возьмем следующий пример. Я очень живо вспоминаю какой-нибудь случай и таким образом как бы возвращаюсь к мгновению, в которое он произошел. Как часто мы слышим выражение: «я делаю прыжок в прошлое». Конечно, у нас нет средств оставаться в этом прошлом в течение продолжительного времени; но точно так же и дикарь или животное не в силах сколько-нибудь времени продержаться на высоте шести футов от земли. В этом отношении человек цивилизованный имеет преимущество. С помощью аэростата он превозмогает силу тяготения. Почему же не смеет он надеяться, что в конце концов ему удастся останавливать или ускорять свое движение во времени или даже обращаться вспять, путешествовать в противоположном направлении? Уже давно рисовалась мне идея машины, которая могла бы по воле машиниста двигаться во всех направлениях пространства и времени.

Фильби едва удерживался от смеха.

— Я проверял это опытом, — заметил Путешественник.

— Проверяли опытом? — сказал я.

Путешественник, улыбаясь, обвел нас взглядом, потом медленно вышел из комнаты.

Психолог взглянул на нас:

— Интересно, что там у него?

— Какой-нибудь аппарат для фокусов, — предположил врач, а Фильби стал было рассказывать нам об одном фокуснике, но не успел окончить. В комнату вернулся Путешественник.

II. Машина

Путешественник держал в руке блестящий металлический прибор, чуть-чуть покрупнее небольших часов, очень тонкой работы. Некоторые его части были из слоновой кости; я заметил на нем также какое-то прозрачное кристаллическое вещество.

Мы все насторожились. Мне кажется невероятным, чтобы фокус, хотя бы ловко и тонко задуманный и выполненный необыкновенно искусно, мог обмануть нас при таких условиях.

— Эта штучка, — начал Путешественник, — только модель машины для путешествия во времени. Заметьте, какой у нее необыкновенный вид; взгляните также, как странно мерцает вот эта пластинка; не правда ли, она кажется не вполне реальной? — Он указал пальцем на одну из частей машинки. — Видите, вот здесь один маленький беленький рычаг, а вот другой.

Врач поднялся со своего кресла и наклонился над моделью.

— Она превосходно сделана, — одобрил он.

— Теперь запомните следующее; если я надавлю на этот рычаг, машина двинется в будущее; надавлю на другой, она начнет скользить в противоположном направлении. Вот это седло для путешественника. Сейчас я нажму первый рычаг, и машина понесется. Она перейдет в будущее, скроется. Смотрите на нее пристально. Осмотрите также стол и сами удостоверьтесь, что тут нет никакого обмана и фокуса.

Повернувшись к психологу, он взял его за палец и попросил нажать на рычаг. Мы все видели, как наклонился рычаг. Почувствовалось дыхание ветра; маленькая машина внезапно качнулась, повернулась, стала неясной; с секунду казалась каким-то призраком, превратилась в слабое мерцание меди и слоновой кости, промелькнула, исчезла… На столе не осталось ничего, кроме лампы.

Широко раскрытыми глазами мы смотрели друг на друга.

— Послушайте, — сказал врач, — неужели вы действительно верите, что машина отправилась странствовать во времени?

— Конечно, — ответил Путешественник. — Скажу вам больше: у меня там (он показал в сторону лаборатории) стоит большая, почти оконченная машина, и, собрав все ее части, я отправлюсь в путешествие сам.

— Вы хотите сказать, что ваша модель отправилась в будущее? — спросил Фильби.

— В будущее или прошедшее; я сам хорошенько не знаю, куда именно.

Через короткое время психолога, по-видимому, осенило

вдохновение; он сказал:

— Если машина отправилась куда-нибудь, то, конечно, в прошедшее.

— Почему? — спросил Путешественник.

— Видите ли, мы предполагаем, что в пространстве модель не двигалась; следовательно, если бы она отправилась в будущее, она в данный момент была бы здесь; ведь она должна была бы пройти через настоящее.

— Но, — заметил я, — если бы она ускользнула в прошедшее, мы видели бы ее, входя сегодня в эту комнату, а также в предыдущий четверг, в четверг две недели тому назад и т. д.

Путешественник повернулся к психологу.

— Вы человек мыслящий и должны понять, почему машина сейчас недоступна восприятию наших органов внешних чувств.

— Понятно, — согласился с ним психолог. — Мы не можем видеть этой находящейся в движении модели, как не могли бы различить отдельно одну из спиц вращающегося колеса или разглядеть летящую пулю. Если машина движется во времени в пятьдесят или сто раз скорее, нежели мы сами, если она проносится через минуту, как мы проходим через секунду, то впечатление, производимое ею на наше зрение, должно равняться одной пятидесятой или сотой доле того, какое она произвела бы на него, оставаясь неподвижной во времени. Это вполне понятно.

— А не хотите ли вы взглянуть на самоё машину времени? — предложил Путешественник.

Он взял со стола лампу и повел нас в свою лабораторию. В лаборатории мы увидели большую копию исчезнувшего аппарата. Кроме никелевых и костяных частей, в машине были стержни и другие части механизма, несомненно выпиленные из горного хрусталя. В общем аппарат казался совсем готовым, только подле чертежей, на скамье, лежали какие-то бруски. Мне хотелось узнать, что это такое, и я поднял один из них. Кварц.

— На этой машине, — высоко поднимая лампу, объявил Путешественник, — я надеюсь совершить экскурсию в области времени.

III. Путешественник во времени возвращается

В течение недели между двумя четвергами мы почти не упоминали о путешествиях во времени, хотя многие из нас, конечно, думали о тех необычайных результатах, к которым повели бы странствия во времени; думали о видимой правдоподобности этих путешествий и об их практической невероятности.

В следующий четверг я опять отправился в Ричмонд. Приехал я поздно, когда все остальные уже собрались в гостиной. Врач стоял подле камина. В одной руке он держал листок бумаги, в другой — часы. Я обвел глазами комнату, ища Путешественника.

— Половина восьмого, — сказал врач. — Не сесть ли обедать?

— А где же?.. — спросил я.

— Ну, его, очевидно, где-то задержали. В этой записке он просит вас всех к столу, если к семи его не будет. По возвращении он обещает объяснить все.

Во время обеда толковали о том, где мог быть хозяин, и я высказал предположение, что он отправился в странствования во времени. Издатель попросил объяснить ему, о чем я говорю, и психолог начал тяжеловесно и неуклюже рассказывать «об остроумном парадоксе и о фокусе», который мы видели на прошлой неделе. Он с увлечением толковал об этом, когда дверь из коридора приоткрылась, и мы увидели Путешественника во времени.

— Что с вами? — спросил врач.

Удивительный вид был у Путешественника.

Его платье покрывали пыль и грязь; на рукавах виднелись зеленые пятна; волосы пришли в полный беспорядок, и мне показалось, что они поседели больше прежнего. Лицо Путешественника было смертельно бледно; через его подбородок шел коричневый рубец, полузаживший порез. Его обтянувшееся лицо выражало растерянность и страдание. Мгновение он колебался, стоя на пороге, точно ослепленный светом; потом вошел в комнату, прихрамывая, с трудом подошел к столу и потянулся к бутылке вина. Издатель налил в стакан шампанского и подвинул его Путешественнику. Тот выпил вина, и это, по-видимому, его оживило.

— Не обращайте на меня внимания, — сказал он с легкими запинками. — Я вполне здоров. — Он протянул свой стакан, чтобы ему налили еще вина, и залпом осушил его.

— Я пойду, умоюсь и переоденусь; после этого вернусь к вам и объясню все…

Он поставил свой стакан на стол и направился к двери на лестницу.

— В чем дело? — сказал журналист. — Разыгрывал он вора-любителя, что ли?

— Я вполне уверен, что все это дело машины времени, — ответил я. Издатель возражал.

— Что такое странствие во времени? — говорил он. — Разве можно покрыться пылью, валяясь в парадоксе?

В столовую вошел Путешественник. Он был во фраке, и только его изможденный и растерянный вид говорил о той перемене, которая меня так поразила.

Путешественник молча подошел к своему месту, улыбнулся и спросил:

— Где баранина? Что за наслаждение опять воткнуть вилку в мясо!

— Только одно слово, — спросил я. — Вы путешествовали во времени?

— Да, — ответил Путешественник и с полным ртом кивнул головой.

Наконец он отодвинул от себя тарелку и обвел нас взглядом.

— Полагаю, мне следует извиниться, — сказал он. — Но, право же, я умирал от голода. Я пережил удивительные приключения. Перейдемте в курительную. Моя история будет длинна. Только, пожалуйста, не перебивайте меня. Мне хочется высказаться. Большая часть этого рассказа покажется вымыслом. Пусть. В четыре часа я был в моей лаборатории, потом… потом… Я прожил неделю… такую неделю, какой не переживал ни один человек. Я измучен, но не засну, пока не расскажу вам обо всем.

Путешественник во времени начал свой рассказ. Почти все мы, слушатели, сидели в тени, потому что свечей не зажгли. Сначала мы переглядывались, но через несколько времени перестали делать это и смотрели только на лицо Путешественника.

IV. Рассказ путешественника

«Прошедший четверг я изложил некоторым из вас принципы машины времени, показал и ее самоё, хотя и недоконченную, в моей мастерской. Аппарат был готов только сегодня утром. Ровно в десять часов первая из машин времени начала действовать. Я попробовал все ее винты, налил еще одну каплю масла на стержень из кварца и сел в седло. Вероятно, самоубийца, приставивший к своему черепу дуло револьвера, совершенно так же спрашивает себя, что будет с ним, как я в ту минуту. Одной рукой я взял рычаг движения, другой — рычаг, задерживающий ход, нажал на первый и почти тотчас же на второй. Мне показалось, что я шатаюсь; я почувствовал затем кошмарное ощущение падения, огляделся и увидел лабораторию в ее обычном виде. Случилось ли что-нибудь? Мгновение я подозревал, что моя теория меня обманула, потом заметил часы. Как мне казалось, за секунду перед тем их стрелки показывали одну минуту одиннадцатого, теперь же я увидел на циферблате половину четвертого.

Я глубоко вздохнул, стиснул зубы; обеими руками сжал рычаг движения и двинулся. Глухой шум. Лаборатория наполнилась дымкой. В комнату вошла миссис Уатчерт и, по-видимому, не замечая меня, направилась к двери в сад. Вероятно, на то, чтобы пройти через комнату, она затратила около минуты; мне же показалось, будто моя экономка пронеслась, как ракета. Я отвел рычаг до самого предела. Наступила ночь, стемнело так быстро, точно потушили лампы. Через мгновение рассвело следующее утро. Лаборатория сделалась неясной, призрачной. Пришла следующая черная ночь, потом опять день, опять ночь, опять день и т. д.; они мелькали все быстрее и быстрее.

Вряд ли смогу я передать странные ощущения путешествия во времени. Кажется, будто скользишь по наклонной плоскости, беспомощно летишь куда-то с невероятной быстротой. И я ежесекундно с ужасом ждал, что мне предстоит разбиться. Ночь сменяла день с такой быстротой, точно надо мной веяло черное крыло. Солнце двигалось через небо, каждую минуту делая прыжок; а каждая такая минута обозначала день. Вот мне показалось, что лаборатория разрушена, что я очутился на открытом воздухе и куда-то поднимаюсь; однако я двигался слишком быстро, чтобы заметить какие-либо другие движущиеся предметы. Глаза мои страдали от мерцающей смены темноты и света. В промежутках тьмы я видел, как луна меняла свои фазы от серпа до полнолуния. Я несся все с большей скоростью; наконец

трепетание ночи и дня слилось в сплошную серую тень; небо приняло изумительно глубокий синий тон, — великолепный лучезарный оттенок раннего рассвета; прыгающее солнце превратилось в огненную полосу, в блестящую арку, перекинутую в пространстве, луна — в менее ярко колеблющуюся световую ленту; звезды я перестал видеть; только время от времени на лазури обозначался яркий круг.

Окружавший меня пейзаж был неопределенным, туманным. Я все еще оставался на том холме, на котором теперь стоит этот дом. Я видел, как вырастали деревья как они изменялись, точно клубы пара; делались то коричневыми, то зелеными; увеличивались, расширялись, трепетали и исчезали. Я видел, как поднимались слабо очерченные величавые и прекрасные строения и как они исчезали, точно грезы. Поверхность земли изменялась, она как бы таяла и утекала на моих глазах. Маленькие стрелки циферблатов, которые отмечали скорость движения моей машины, все быстрее и быстрее бегали кругом. Я заметил, что солнечная полоса колыхалась вверх и вниз, от одного солнцестояния до другого, и что это совершалось в течение одной минуты или меньше; в одну минуту я пролетал через год. Ежеминутно изменялся также вид земли: то ее окутывал снег, то она одевалась кратковременной яркой весенней зеленью. Во мне зашевелились новые чувства — некоторое любопытство, а вместе страх; еще немного, и они совершенно подчинили меня себе. Мне думалось: какое странное развитие человечества, какие удивительные успехи нашей зачаточной цивилизации увижу я, если пристальнее всмотрюсь в смутный, ускользающий мир, который мчится и колеблется перед моими глазами? И я решил остановиться. Я нажал рычаг; машина мгновенно опрокинулась, и я полетел куда-то…

Раздался раскат грома и на мгновение оглушил меня. Свистел жестокий град; окруженный серой пеленой непогоды, я сидел на траве возле опрокинутой машины. Через несколько времени я перестал слышать смутный шум и огляделся кругом. Я был, как казалось, на небольшом садовом лужке».

(Конец этой главы и следующие десять глав посвящены описанию приключений Путешественника в обстановке отдаленнейшего будущего. Эпизоды эти здесь опущены, так как не затрагивают математической основы повести.)

XV. Путешественник возвращается

«Я помчался обратно. Снова началась мерцающая смена дней и ночей. Колеблющиеся абрисы земли изменялись, уплывали. Стрелки бегали по циферблатам в обратную сторону. Наконец, я снова увидел неясные тени зданий, признаки жизни пришедшего в упадок человечества. Это тоже миновало; явились другие очертания. Когда стрелка циферблата, указывающего миллионы дней, дошла до нуля, я замедлил движение машины и различил знакомые мне мелкие произведения нашей архитектуры; тысячная стрелка побежала к своей исходной точке; ночи все медленнее и медленнее сменяли дни. Наконец я очутился между привычными стенами моей лаборатории. Осторожно, не спеша, очень постепенно остановил я ход моего аппарата.

Между прочим, случилась одна вещь, которая удивила меня. Помните, я говорил вам, что в самом начале моего путешествия, раньше чем машина времени понеслась с огромной скоростью, через лабораторию прошла миссис Уатчерт, как мне тогда показалось, промелькнувшая мимо меня с мгновенностью ракеты. На возвратном пути мой аппарат, понятно, опять пронес меня через ту же минуту; я снова увидел мою экономку, и все ее движения повторились, но в противоположном направлении. Дверь из сада отворилась; миссис Уатчерт спокойно скользнула через комнату, спиной вперед, и исчезла за той дверью, через которую она тогда вошла.

Машина остановилась. Я был в моей давно знакомой мне лаборатории. Мои инструменты, мои приборы, все нашел я в том виде, в каком оставил. Я спустился с седла совершенно разбитый и сел на скамейку. Я услышал ваши голоса, звон посуды и, уловив обонянием запах мяса, открыл дверь в столовую. Остальное вы знаете. Я умылся, пообедал, а теперь рассказываю вам о моих странствиях».

XVI. После рассказа

Почти всю ночь я не спал, раздумывая о слышанном, и на следующий день решил повидаться с Путешественником во времени. Когда я пришел к нему, мне сказали, что он в лаборатории, и я отправился туда же. Однако лаборатория оказалась пустой. Я посмотрел на машину времени и даже потрогал один из рычагов. Я вернулся в курительную; там меня встретил Путешественник, который, видимо, собрался куда-то. В одной руке он держал маленькую фотографическую камеру, в другой — дорожную сумку. Завидев меня, Путешественник засмеялся и для рукопожатия подал мне локоть.

— Я страшно занят, — сказал он, — знаете, опять той вещью… там.

— Вы действительно путешествовали во времени?

— Действительно и реально, — был его ответ. Он посмотрел мне в глаза ясным, правдивым взглядом. Несколько мгновений Путешественник колебался, обводя комнату глазами, наконец прибавил: — Дайте мне только полчаса времени. На столе несколько журналов; займитесь ими. Если вы останетесь позавтракать со мной, я окончательно рассею ваше сомнение относительно моих странствий. А теперь позвольте мне покинуть вас на короткое время.

Я согласился, не вполне, впрочем, понимая, о чем он говорит. Путешественник же, кивнув мне головой, ушел по коридору в свою лабораторию. Я слышал, как за ним закрылась дверь; сев в кресло, я взял газету. Что собирался он сделать до завтрака? Случайно на глаза мне попалось одно объявление и напомнило, что я обещал в два часа побывать у издателя Ричардсона; посмотрев же на часы, я понял, что у меня на это осталось мало времени, а потому поднялся с места и пошел по коридору; я собирался сказать Путешественнику, что мне не придется завтракать у него.

В ту минуту, когда я взялся за ручку двери в лабораторию, прозвучало странно-оборвавшееся восклицание; послышался звон и стук. Через растворенную дверь на меня хлынул порыв воздуха; в ту же секунду я услышал звон разбитого стекла, осколки которого сыпались на пол. Путешественника в комнате не было. Передо мною на мгновение мелькнула призрачная сидячая человеческая фигура, еле различимая в хаосе вращающейся черной тени и отблесков меди, — фигура такая прозрачная, что сквозь нее ясно была видна скамейка, заваленная листами чертежей. Через мгновение все пропало. Едва я протер глаза,

призрак как бы растаял. Машина времени исчезла. Я был поражен. Я понимал, что произошло нечто необыкновенное, но не мог сообразить, что именно. Я стоял как окаменелый, широко открыв глаза; в эту минуту садовая дверь открылась, и в лабораторию вошел лакей Путешественника.

Мы посмотрели друг на друга, и мало-помалу мои мысли начали приходить в порядок.

— Скажите, он прошел через эту дверь? — спросил я.

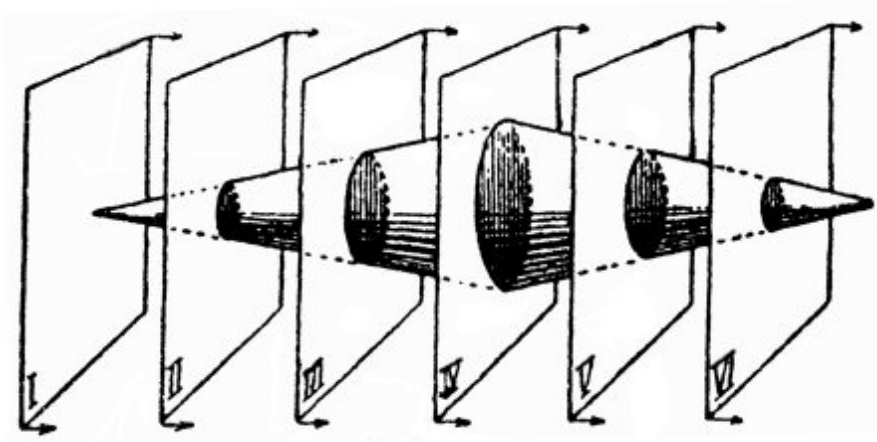
— Нет, в сад никто не проходил. Я думал, что застану его здесь, — был ответ.

Я все понял. Я остался ждать Путешественника, а также и второго, может быть еще более удивительного рассказа. Но я начинаю бояться, что мне придется ждать всю жизнь. Путешественник во времени исчез три года тому назад и, как все теперь знают, не вернулся.

Примечание редактора. Время как четвертое измерение

Полезно остановиться подробнее на высказанном Уэллсом своеобразном понимании **времени** как четвертого измерения пространства.

Чтобы уяснить себе это, перенесемся мысленно из знакомого нам мира трех измерений в мир **двух** измерений. Таким двухмерным миром, имеющим длину и ширину, но вовсе не имеющим толщины, является **плоскость**. Вообразим же себе, что весь пространственный мир сплющился в одну плоскость и что в таком мире обитают разумные существа, — конечно, также двухмерные. Для двухмерных обитателей существуют только двухмерные вещи. Всякая линия, пересекающая их плоский мир, должна представляться им в виде точки, так как они могут из всей линии воспринять только одну точку — именно ту, в которой эта линия встречает плоскость. Двухмерные существа могли бы исследовать всю эту линию только в том случае, если бы их плоский мир двигался в третьем измерении — например, по перпендикулярному направлению. Наделим этот мир таким движением. Следя тогда за тем, как изменяется положение точки встречи линии с их плоскостью, двухмерные мыслители могли бы составить себе некоторое понятие обо всей трехмерной линии. Но, конечно, они не могли бы так наглядно, как мы, представить себе, какое положение занимает в трехмерном мире эта линия: все трехмерное не укладывается в сознании существа двухмерного. Двухмерный мыслитель высказался бы об этом в других выражениях: он сказал бы, что исследуемая им точка изменяет свое положение во «времени». То, что для нас является движением двухмерного мира (плоскости) в трехмерном пространстве, то для обитателя двухмерного мира представлялось бы как «течение времени». То, что для нас существует одновременно в пространстве трех измерений, — для них **появляется последовательно** в пространстве двух измерений.



Рассмотрим еще пример. Двухмерный мир (плоскость), двигаясь в трехмерном пространстве, наткнулся на тело в форме двойного конуса (см. рис.). Двухмерный обитатель плоскости, конечно, не может воспринять этот конус как тело; не может даже и вообразить его себе. Что же будет он видеть и думать, когда мир его наткнется на подобное трехмерное тело, и оно пройдет сквозь плоский мир? Проследим за этим. Сначала в двухмерном мире появится точка — вершина конуса. Затем, по мере дальнейшего продвижения плоского мира в направлении третьего измерения (т. е. «с течением времени», как сказал бы двухмерный мыслитель), точка превратится в небольшой кружок или эллипс — сечение конуса плоскостью двухмерного мира. Кружок будет расти, расширяться и, достигнув наибольшего размера, станет сокращаться, постепенно превратится в точку и вновь исчезнет. Двухмерный исследователь наблюдал **историю** зарождения, развития, увядания и исчезновения «кружка», между тем как мы, существа трехмерные, воспринимаем ту же вещь сразу, одновременно в трех измерениях. Для них он существовал в ряде последовательно воспринимаемых плоских сечений, для нас — весь целиком, как трехмерное тело. Движение плоскости в третьем измерении знакомого нам пространства переживается двухмерным существом как **течение времени**. Для него «прошедшее» конуса — это те его части, которые лежат по одну сторону его плоского мира (по ту, откуда плоскость движется); «будущее» конуса — те его части, которые расположены по другую сторону, а «настоящее» — пересечение конуса с двухмерным миром.

Приложим теперь те же рассуждения к миру трехмерному. Когда мы описываем **историю** изменений какой-нибудь вещи в нашем трехмерном пространстве, не даем ли мы

последовательные изображения этой вещи во времени? Если так, то можно рассматривать время как четвертое измерение мира, измерение, в котором движется наш трехмерный мир; каждое явление, наблюдаемое в трехмерном мире, есть одно из последовательных «пересечений» нашего трехмерного мира с четырехмерною вещью. Существо четырех измерений могло бы сразу охватить всю историю вещи, всю ее «жизнь» в виде некоторого четырехмерного объекта, недоступного нашему воображению.

Само собою разумеется, что фантастическая мысль Уэллса — придумать механизм для произвольного движения в четвертом измерении — не свободна от внутренних противоречий и должна быть принимаема не иначе как чисто художественный прием, удобный для успешного развития интриги фантастической повести.

На комете
Из романа Жюля Верна [10]

Однажды, 27 июня, профессор Розетт бомбой влетел в общий зал, где собрались капитан Сервадак, лейтенант Прокофьев, Тимашев и ординарец Бен-Зуф.

— Лейтенант Прокофьев, — крикнул он, — отвечайте без обиняков и лишних разговоров на вопрос, который я вам задам.

— Я и не имею обыкновения… — начал было лейтенант.

— И отлично! — перебил профессор, обращавшийся с лейтенантом, как учитель с учеником. —

Отвечайте: вы объехали на вашей шхуне «Добрыне» кругом Галлии почти по экватору, иначе говоря — по ее большому кругу. Да или нет?

— Да, — ответил лейтенант, которому Тимашев подал знак не противоречить раздраженному ученому.

— Хорошо. А измерили вы при этом путь, пройденный шхуной?

— Приблизительно, т. е. с помощью лага и буссоли, но не измеряя высоты солнца и звезд, которую невозможно было определить.

— И что же вы узнали?

— Что окружность Галлии составляет около 2300 километров, а, следовательно, ее диаметр равен 720 километрам.

— Да, — сказал профессор, словно про себя: — диаметр в 16 раз меньше земного диаметра, равного 12 792 километрам.[11]

Сервадак и его спутники смотрели на ученого, не понимая, куда он ведет.

— Так вот, — оказал профессор, — для завершения моего изучения Галлии мне остается определить ее поверхность, объем, массу, плотность и напряжение тяжести на ней.

— Что касается поверхности и объема, — ответил Прокофьев, — то раз мы знаем диаметр Галлии, нет ничего легче, как определить их.

— А я говорю разве, что это трудно? — воскликнул профессор. — Ученик Сервадак, возьмите перо. Зная длину большого круга Галлии, определите величину ее поверхности.

— Вот, — ответил Сервадак, решивший держаться примерным учеником. — Множим окружность 2300 километров на диаметр, т. е. на 720.[12]

— Скорее же, — торопил профессор, — пора бы уже иметь результат. Ну!

— Так вот, — ответил Сервадак, — я получил в произведении 1 656 000 квадратных километров. Это и есть поверхность Галлии.

— Ну, — продолжал профессор, разгорячаясь, — а теперь, каков же объем Галлии?

— Объем… — замялся Сервадак.

— Ученик Сервадак, неужели вы не можете вычислить объем шара, раз вам известна его поверхность?

— Но, профессор, вы не даете мне времени вздохнуть…

— При вычислениях не дышат, сударь, не дышат!

Слушатели с большим трудом удерживались от смеха.

— Мы когда-нибудь кончим с этим? — спросил профессор. — Объем шара равен…

— Произведению поверхности на…

— На треть радиуса, сударь, на треть радиуса! — гремел профессор. — Кончили?

— Почти. Треть радиуса Галлии равна 120.

— Ну?

— Произведение 1 656 000 на 120 составляет 198 720 000 кубических километров.

— Итак, — сказал профессор, — мы знаем теперь диаметр, окружность, поверхность и объем

Галлии. Это уже нечто, но еще не все. Я намерен определить ее массу, плотность и напряжение тяжести на ее поверхности.

— Это будет трудно, — сказал Тимашев.

— Все равно. Я желаю знать, сколько весит моя комета, и узнаю это!

— Задача нелегкая, — заметил лейтенант Прокофьев. — Ведь нам неизвестен состав вещества Галлии.

— Вам неизвестен ее состав? — спросил профессор.

— Неизвестен, — сказал Тимашев, — и если вы нам поможете…

— Пустяки, — заметил ученый, — я решу свою задачу и без этого.

— Мы всегда к вашим услугам, — сказал капитан Сервадак.

62-го галлийского апреля[13] на имя капитана Сервадака пришла краткая записка от профессора. Розетт сообщал, что в этот день предполагает выполнить работы, необходимые для определения массы, плотности кометы и напряжения тяжести на ее поверхности.

Сервадак, Тимашев и Прокофьев боялись пропустить свидание, назначенное вспыльчивым ученым. Сутра все собрались в большом зале.

Профессор, по-видимому, не был в дурном настроении, — но день только начался.

Все знают, что такое напряжение тяжести. Это сила притяжения, проявляемая Землей по отношению к телу, масса которого равна единице. Галлийцам было известно, что это притяжение на Галлии ослаблено, — откуда и возрастание мускульной силы галлийцев. Но они не знали, на сколько именно тяжесть ослабела.

Итак, первый вопрос, подлежавший разрешению, был: как велико напряжение тяжести на поверхности Галлии?

Второй вопрос: какова масса Галлии, а следовательно, и ее вес?

Третий вопрос: какую массу заключает вещество Галлии в единице объема? Другими словами: какова ее плотность?

— Сегодня, — начал профессор, — мы закончим определение элементов моей кометы. Когда мы определим напряжение тяжести на ее поверхности, ее массу и плотность, для нас не будет больше тайн на Галлии. В результате мы взвесим Галлию.

Ординарец Бен-Зуф как раз при этих последних словах вошел в зал. Он тотчас же молча вышел, но вскоре появился вновь и сказал лукаво:

— Я обшарил кладовую, но не нашел весов, подходящих для взвешивания кометы. Да я и не знаю, куда бы мы их привесили.

При этом Бен-Зуф выглянул наружу, словно ища гвоздя на небе.

Взгляд, брошенный на него профессором, и жест Сервадака заставили шутника замолчать.

— Прежде всего, — сказал профессор, — нужно узнать, сколько весит на Галлии земной килограмм. Так как масса Галлии меньше массы Земли, то все тела на ее поверхности весят меньше, чем на Земле.[14] Но на сколько именно — вот это необходимо знать.

— Совершенно верно, — ответил Прокофьев. Но обыкновенные весы, если бы мы их даже имели, не годились бы для этого, так как обе их чашки одинаково подвержены притяжению Галлии и не указали бы нам соотношения весов галлийского и земного.

— Действительно, — подхватил Тимашев, — килограмм, которым мы будем пользоваться, потеряет в своем весе столько же, сколько и взвешиваемая вещь, и…

— Если вы говорите все это в назидание мне, — объявил профессор, — то напрасно теряете время. Прошу вас, позвольте мне продолжать курс.

Профессор держал себя, словно на кафедре.

— Есть ли у вас пружинные весы и гири в один килограмм? — продолжал он. — Это необходимо. В пружинных весах вес тела определяется степенью растяжения пружины, обусловленного ее упругостью. Поэтому, если я подвешу груз в 1 килограмм к пружинным весам, указатель покажет в точности, сколько весит 1 килограмм на Галлии. Повторяю: имеются у вас пружинные весы?

Слушатели смотрели друг на друга. Сервадак обратился к Бен-Зуфу, хорошо знавшему весь инвентарь колонии.

— У нас нет ни пружинных весов, ни гирь, — ответил ординарец.

Профессор выразил свою досаду, энергично топнув ногой.

— Но, — продолжал Бен-Зуф, — я, кажется, знаю, где есть пружинные весы, а пожалуй, и гири.

— Где?

— У Хаккабута.[15]

— Так надо пойти за ними, — сказал капитан.

— Иду, — ответил ординарец.

— Я с тобой, — сказал капитан. — Хаккабут не особенно сговорчив, когда дело доходит до того, чтобы ссудить что-нибудь.

— Пойдемте все, — предложил Тимашев. — Посмотрим, как устроился он на своей тартане.[16]

Когда все выходили, профессор сказал Тимашеву:

— Не может ли кто-нибудь из ваших людей обтесать осколок каменистой массы, чтобы получился в точности кубический дециметр?

— Наш механик сделает это без труда, но при одном условии: если его снабдить метром, необходимым для точного отмеривания.

— Разве у вас нет метра? — спросил профессор.

В кладовых не было метра: это удостоверил Бен-Зуф.

— Но, — прибавил он, — весьма возможно, что метр найдется у Хаккабута.

— Так идемте же, — торопил профессор, поспешно направляясь в коридор.

Исаак Хаккабут стоял в углу с видом человека, ожидающего приговора суда.

— Хозяин Исаак, — сказал капитан, — мы пришли к вам, чтобы попросить об услуге.

— Услуге?

— Одним словом: можете ли вы ссудить нам пружинные весы?

— Вы просите меня ссудить вам…

— Только на один день, — вмешался профессор, — всего на один день. Вам возвратят их.

— Но это очень деликатный инструмент: пружина может сломаться на таком холоде… Вам понадобится, может быть, взвешивать что-нибудь очень тяжелое?

— Уж не думаешь ли ты, — сказал ординарец, — что мы будем вешать гору?

— Больше чем гору, — заметил профессор. — Мы взвесим Галлию.

— Помилуйте! — воскликнул Хаккабут.

— Хозяин, — вмешался капитан, — пружинные весы нам нужны, чтобы взвесить вещь не тяжелее килограмма.

— Еще меньше килограмма, вследствие ослабления тяжести на Галлии. Словом, вам нечего опасаться за свои весы.

— А вы внесете мне залог?

— Да. Сто франков. Весы стоят двадцать. Достаточно?

— А плата за пользование?

— Двадцать франков.

Торг был заключен. Хаккабут принес инструмент. Это были пружинные весы с крючком, на который навешивался груз. Стрелка на циферблате показывала вес. Предназначенный для взвешивания земных предметов инструмент был градуирован на Земле. Но каковы будут его показания на Галлии?

Посетители встали, чтобы покинуть тартану, когда профессор задержал всех:

— Нам надо еще взять у него метр и гирю в один килограмм.

— К сожалению, невозможно, — ответил Хаккабут, — я рад был бы их дать вам…

На этот раз он говорил искренно, утверждая, что у него нет ни метра, ни гири и что он охотно дал бы их в пользование: сделка была бы выгодная.

— Придется как-нибудь обойтись без них, — сказал раздосадованный профессор.

Не успели посетители сойти с тартаны, как из каюты донесся звон монет: Хаккабут пересчитывал золото в своих ящиках.

Услышав этот звук, профессор кинулся назад к лестнице; все с недоумением смотрели на него, не зная, чему приписать его стремительность.

— У вас есть деньги? — крикнул профессор, хватая торговца за платье.

— У меня… деньги!.. — шептал Хаккабут, словно на него напал грабитель.

— Французские монеты! — продолжал профессор. — Пятифранковые монеты!

Профессор наклонился над ящиком.

— Это французские монеты, — заявил он, — и они мне нужны.

— Никогда!.. — кричал торговец.

— Они мне нужны, — говорю тебе, — и они у меня будут!

Сервадак видел, что пришло время вмешаться.

— Вам нужны деньги? — спросил он профессора. — Определенное число монет для ваших исследований?

— Да, сорок монет.

— Двести франков! — шептал торговец.

— И кроме того, десять монет в два франка и двадцать монет по 50 сантимов.

— Тридцать франков! — жалобно стонал Хаккабут.

— Хорошо, — сказал капитан, обращаясь к Тимашеву: — Есть у вас что дать Хаккабуту в обеспечение займа?

— Двести рублей кредитными билетами.

Тимашев бросил на стол деньги. Французские монеты, потребованные профессором, были ему вручены, и он с видимым довольством спрятал их в карман.

Через несколько минут капитан и его спутники покинули тартану.

— Это не двести тридцать франков, — воскликнул профессор, — это то, из чего мы изготовим в точности и метр, и килограмм!

Спустя четверть часа посетители тартаны вновь собрались в общем зале, и последние слова профессора получили свое объяснение.

Профессор распорядился расчистить место на столе. Деньги, занятые у торговца, были рассортированы по их достоинству, образовав два столбика в 20 монет по пяти франков, один — из 10 монет по два франка и еще один — из 20 монет по 50 сантимов.

Профессор начал с удовлетворенным видом:

— Так как при столкновении с кометой мы не догадались запастись метром и гирей в один килограмм, то я вынужден был придумать способ заменить эти предметы, необходимые мне для определения напряжения тяжести массы и плотности моей кометы.

Никто не прерывал этого странного вступления.

— Я убедился, — продолжал профессор, — что монеты эти почти новы, нисколько не изношены, не потерты. Они как раз в таком состоянии, какое необходимо, чтобы разрешить нашу задачу с надлежащею точностью.

Сервадак и его товарищи угадали намерения профессора, прежде чем он изложил их до конца. Но ординарец взирал на него, как на фокусника, готовящегося выполнить очередной «номер».

Вот на чем основывал ученый свою первую операцию, идея которой возникла в его уме, когда он услышал звон монет в ящике торговца.

Известно, что монеты Франции заготовляются по десятичной системе, включающей в пределах от сантима до ста франков: 1) медные монеты в 1, в 2, в 3 и в 10 сантимов; 2) серебряные — в 20 и в 50 сантимов, в 1, в 2 и в 5 франков; 3) золотые — в 5, в 10, в 20, в 50 и в 100 франков.

Для профессора Розетта важно было то, что диаметры этих монет были строго определены законом. Так, диаметр пятифранковой монеты равен 37 миллиметрам, двухфранковой — 27 миллиметрам, полуфранковой — 18 миллиметрам. Нельзя ли поэтому, прикладывая друг к другу монеты различного достоинства, получить точно длину метра?

Вполне возможно, и профессор знал это; вот почему он выбрал 10 монет по пяти франков, десять по два франка и 20 монет по 50 сантимов.

В самом деле: набросав быстро на клочке бумаги следующий расчет, он представил его слушателям:

10 монет	5-франковых,	по 0,037 м = 0,37 м
10 монет	2-франковых,	по 0,027 м = 0,27 м
20 монет	50-сантимовых,	по 0,018 м = 0,36 м
		Итого . . . . . 1,00 м

— Прекрасно, дорогой профессор, — сказал Сервадак. — Остается лишь тщательно выложить эти 40 монет в одну прямую линию, чтобы получить точную длину метра.

— О, — воскликнул ординарец. — Быть ученым, я вижу, совсем не плохо!

— Он называет это быть ученым, — заметил профессор, пожимая плечами.

Десять пятифранковых монет были выложены в один ряд, одна к другой так, чтобы центры их были на одной прямой; к ним примыкали десять двухфранковых монет и двадцать полуфранковых. Границы составившейся длины были отмечены черточками.

— Вот, — объявил профессор, — точная длина метра!

Операция была выполнена с крайней тщательностью.

Полученная длина была циркулем разделена на десять частей, т. е. на дециметры, и брусок соответствующей длины был вручен судовому механику.

Тот уже раздобыл обломок неизвестной горной породы, из которой составлена была масса Галлии, и оставалось лишь, как требовал профессор, обтесать его в форме кубического дециметра.

Метр был получен. Теперь надо было изготовить гирю в один килограмм.

Это было более легким делом. Действительно, французские монеты имеют не только строго определенный диаметр, но и установленный законом вес. Пятифранковая монета весит ровно 25 граммов, что составляет вес пяти монет по одному франку.[17] Достаточно поэтому взять 40 серебряных монет по 5 франков, чтобы получился вес в 1 килограмм.

— Как вижу я, — оказал ординарец, — быть ученым все же недостаточно, надо еще…

— Что еще? — спросил Сервадак.

— Быть богатым.

Замечание было встречено дружным хохотом.

Через несколько часов механик доставил профессору тщательно выточенный кубик из горной породы. Теперь ученый имел все необходимое.

— Должен напомнить вам, — начал профессор, — на случай, если вы забыли или не знали, знаменитый закон Ньютона, согласно которому сила притяжения прямо пропорциональна произведению масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния. Прошу всегда твердо помнить этот закон.

Он читал лекцию блестяще. Да и аудитория его, надо признать, была хорошо дисциплинирована.

— В этом мешочке, — продолжал он, — 40 пятифранковых монет. На Земле эта кучка монет весит ровно один килограмм. Следовательно, будь мы на Земле, и я привесил бы к весам этот мешочек с монетами, указатель остановился бы на одном килограмме. Понятно?

Произнося эти слова, профессор не спускал глаз с Бен-Зуфа. Он подражал при этом Араго, во время лекций всегда смотревшего в упор на того из слушателей, который казался ему наименее понятливым; и когда этот слушатель обнаруживал признаки понимания, лектор приобретал уверенность в том, что прочитанное усвоено всеми.[18]

Ординарец капитана Сервадака не был тупицей, но был невежествен, — а при данных обстоятельствах это было одно и то

же.

Так как Бен-Зуф, по-видимому, понял, профессор продолжал:

— Итак, я подвешиваю мешочек с монетами: наше взвешивание происходит на Галлии, поэтому мы сейчас узнаем, сколько весят монеты на поверхности моей кометы.

Мешочек был подвешен к крючку; указатель после нескольких колебаний остановился, показывая на разделенном круге 133 грамма.

— Итак, — объяснил профессор, — то, что на Земле весит 1 килограмм, на Галлии весит только 133 грамма, т. е. приблизительно в 7 раз меньше. Ясно?

Бен-Зуф кивнул головой, и профессор, ободренный, продолжал:

— Вы понимаете, конечно, что результат, полученный с помощью пружинных весов, совершенно недостижим на весах обыкновенных. В самом деле: если на одну чашку таких весов положить эти монеты, на другую — гирю в один килограмм, то обе чашки потеряют в весе на Галлии одинаково, и равновесие не нарушится. Понятно?

— Даже мне, — ответил ординарец.

— Итак, здесь вес в 7 раз меньше, чем на земном шаре. Отсюда следует, что напряжение тяжести на Галлии составляет седьмую часть напряжения тяжести на поверхности Земли.

— Прекрасно, — ответил Сервадак. — Теперь, дорогой профессор, перейдем к массе.

— Нет, сначала к плотности, — возразил Розетт.

— В самом деле, — вмешался лейтенант Прокофьев. — Раз объем Галлии известен, то, зная плотность, мы получим и массу.

Он был прав; оставалось лишь произвести измерение плотности.

К этому и приступил профессор. Он взял выточенный из горной породы кубик объемом в один кубический дециметр.

— Этот кубик, — объяснил он, — состоит из того неизвестного вещества, которое мы всюду находили на Галлии во время кругосветного плавания. По-видимому, моя комета целиком состоит из этого вещества. Здесь перед нами кубический дециметр этого минерала. Сколько бы весил он на Земле? Мы найдем его земной вес, если умножим на 7 вес его на Галлии, так как напряжение тяжести на Галлии в 7 раз слабее, чем на Земле. Взвесим же этот образчик. Это равносильно тому, как если бы мы нацепили на крючок весов нашу комету.

Кубик был подвешен к крючку, и стрелка показала 1 килограмм 430 граммов.

— Один килограмм 430 граммов, — громко объяснял

профессор, — умноженные на 7, составляют почти ровно 10 килограммов. А так как средняя плотность земного шара круглым счетом равна 5, то средняя плотность Галлии вдвое более плотности Земли. Если бы не это обстоятельство, напряжение тяжести на комете было бы не в 7 раз слабее земного, а в 14.

Итак, теперь уже были известны диаметр Галлии, ее поверхность, объем, плотность и напряжение на ней тяжести. Оставалось определить ее массу, а следовательно, и вес.

Вычисление было выполнено быстро. Так как кубический дециметр вещества Галлии весил 10 земных килограммов, то вся комета должна весить столько раз по 10 килограммов, сколько в ее объеме содержится кубических дециметров. Объем Галлии, как мы уже знаем, равен 198 720 000 кубическим километрам. Поэтому вес Галлии выражается в килограммах огромным числом из 22 цифр, а именно:

1 987 200 000 000 000 000 000,

т. е. 1987 триллионов 200 000 биллионов килограммов.[19] Такова в земных килограммах масса Галлии.

— Сколько же тогда весит Земля? — спросил ординарец.

— А понимаешь ли ты, что такое миллиард? — спросил его Сервадак.

— Плоховато, капитан.

— Ну, так знай же, что от начала нашей эры не прошло еще одного миллиарда минут,[20] и если бы ты должен был миллиард франков, то, начав выплачивать с того времени по франку каждую минуту, ты до сих пор не расплатился бы.

— По франку в минуту! — воскликнул Бен-Зуф. — Да я разорился бы в первую четверть часа. А сколько же все-таки весит Земля?

— Пять квадрильонов 979 тысяч триллионов килограммов,[21] — ответил лейтенант Прокофьев. — Число это состоит из 25 цифр.

— А Луна?

— 73 тысячи 700 триллионов килограммов.[22]

— Только всего. А Солнце?

— Два квинтильона[23] килограммов, число из 31 цифры.

— Ровно два квинтильона? — воскликнул Бен-Зуф. — Наверное, на несколько граммов ошиблись…

Профессор бросил на ординарца презрительный взгляд и величественно вышел из зала, чтобы подняться в свою обсерваторию.

— И к чему, скажите, все эти вычисления, — спросил

ординарец, — которые ученые проделывают, словно какие-то фокусы?

— Ни к чему, — ответил капитан, — в этом-то и вся их прелесть!

Примечания редактора

1

Жюль Верн держится в этом произведении устарелого ныне взгляда на кометы, считая их голову сплошным твердым шаром большой поверхности. В настоящее время голову кометы рассматривают как весьма рыхлое скопление твердых частиц.

2

Монеты СССР, как и французские, имеют установленные законом размеры и вес, а именно:

Серебряные:	*Диаметр:*	*Вес:*
1 рубль	33,4 мм	20 граммов
50 коп.	26,67 »	10 »
20 »	21,84 »	3,6 »
15 »	19,56 »	2,7 »
10 »	17,27 »	1,8 »

Медные, образца 1924 г.

5 коп.	32 мм	Медныемонеты
3 »	27,7 »	на сумму 50 р.
2 »	24 »	весят 16,38 кг
1 »	21,3 »	(1 пуд)

Медные (бронзовые) нов. образца:

5 коп.	25 »	5 г
3 »	20 »	3 г
2 »	18 »	2 г
1 »	15 »	1 г

Диаметр золотого червонца — 2 сантиметра, вес — 8,53

грамма (2 золотника).

Легко видеть, что восстановить длину метра, пользуясь нашими монетами, довольно просто: для этого достаточно выложить в ряд 30 серебряных рублей.

33,4 мм × 30 = 1002 миллиметра = 1,002 метра.

Здесь получается избыток в 2 миллиметра. Пользуясь же новыми бронзовыми монетами, это можно сделать вполне точно, взяв 40 пятаков или 50 трехкопеечных монет:

25 мм × 40 = 1000 мм = 1 м;
20 мм × 50 = 1000 мм = 1 м.

Для составления веса в 1 килограмм можно взять 50 серебряных рублей или 100 полтинников:

20 г × 50 = 1000 г = 1 кг;
10 г × 100 = 1000 г = 1 кг.

3

Для вычисления массы Галлии существует другой, более короткий путь, нежели тот, который описан в романе. Действительно, раз известны диаметр Галлии и напряжение тяжести на ее поверхности, то массу ее можно было вычислить, не делая никаких новых измерений, — в частности, не измеряя непосредственно ее средней плотности. Напротив, эту плотность можно было по указанным данным определить вычислением гораздо надежнее, чем измерением.

Ход вычисления массы весьма несложен. Допустим, что масса Галлии равна массе Земли, между тем как радиус ее составляет всего 370 километров. Тогда напряжение тяжести на Галлии было бы больше, чем на поверхности Земли, соответственно большей близости тяготеющих предметов к центру притяжения. А именно: по закону обратных квадратов сила притяжения на уменьшенном расстоянии должна была бы возрасти в отношении

$$\frac{6400^2}{370^2} = \frac{40\,660\,000}{136\,900} = 299.$$

В действительности же, как показало измерение с помощью пружинных весов, напряжение тяжести на поверхности Галлии не

только не возросло в указанном отношении, но, напротив, еще ослабело в 7 раз. Другими словами: напряжение тяжести на реальной Галлии меньше, чем на нашей воображаемой (с массой, равной массе Земли) в $7 \times 299 = 2093$ раза. Это различие может быть обусловлено только одной причиной: тем, что истинная масса Галлии во столько же раз меньше предположенной (притяжение прямо пропорционально массе). Итак, масса Галлии составляет $^{1}/_{2093}$ долю массы земного шара. Зная массу Земли (5 979 000 триллионов килограммов), находим массу Галлии:

2857 триллионов килограммов.

Этот результат не согласуется с результатом, упомянутым в тексте романа (1987 триллионов кг).

Зная массу Галлии и ее диаметр, нетрудно уже определить вычислением ее среднюю плотность. Для этого нужно лишь полученную массу кометы разделить на ее объем; в частном получится число килограммов вещества в единице объема (в 1 дециметре), т. е. то, что называется плотностью тела. Объем Галлии — 198 720 000 куб. километров — раздробляем в куб. дециметры; получаем 198 872 000 биллионов. Разделив на это число ранее полученную массу кометы, т. е. 2857 триллионов килограммов, получаем для средней плотности Галлии величину около 14 килограммов, — т. е. не ту, которую профессор Розетт нашел непосредственным измерением.

Мы видим, что не было никакой надобности определять вес кубического дециметра горной породы, составляющей Галлию. Это измерение не годилось даже в качестве контрольного — для проверки результата, полученного вычислением, — так как вычисленная средняя плотность дает более надежный результат: здесь нет рискованного допущения, что вся комета до самого центра состоит из того же вещества, которое обнаружено на ее поверхности.

Предшественник Нансена
Рассказ В. Ольдена [24]

— Вы верите, что Нансен открыл Северный полюс? — спросил я старого моряка, моего приятеля, когда интересная весть разнеслась по Европе.[25]

Он уклонился от прямого ответа и небрежно заметил, что «если Нансен и добрался до полюса, то во всяком случае не прежде всех».

— Странно, друг мой. По-вашему, у Нансена были предшественники? Почему же они не рассказали ничего, вернувшись домой?

— Нисколько не странно, — отвечал моряк. — Разве можно обо всем рассказывать? Вы думаете, мало на свете людей, которые видели собственными глазами морскую змею? Не очень лестно, когда всякая встречная газета выбранит вас, — вот все и молчат по возможности. Никто все равно не поверит. Ну, если, например, я скажу вам, что я единственный оставшийся в живых из команды китоловного судна, проживший на Северном полюсе почти неделю, — что вы на это скажете? Поверите или нет?

— Не могу ничего ответить, пока не узнаю подробностей.

— Для вас я, пожалуй, сделаю исключение, — ответил мой приятель, — и расскажу (хотя и не думаю, что вы поверите), как я и шестеро других людей, открыли Северный полюс двадцать девять лет тому назад.

Мы вышли на шхуне «Марта Уилльямс» из Нью-Бедфорда, в Соединенных Штатах, в Северный Ледовитый океан на ловлю китов. Судно было в пятьсот пятьдесят тонн; я занимал на нем место штурмана; капитан наш, Билль Шаттук, пользовался славой ловкого командира, у которого комар носа не подточит. В Вальпарайзо мы пристали за картофелем, в Сан-Франциско — за водой, и пришли в китовые места — к северу от Берингова пролива — в половине июня. Китоловных судов там оказался целый флот, но добычи очень мало. Лето было жаркое, и киты, вероятно, ушли дальше на север, вместо того, чтобы поджидать нас на месте. Целый месяц мы прошатались в этих водах и нашли только одного, да и то жалкого. Наконец надоело; некоторые шхуны пошли обратно на юг, а большинство к северо-востоку. Наш капитан вздумал отделиться от всех и направился на северо-запад. Льда не было видно нигде, и решение капитана не могло вызвать никаких подозрений, хотя — как оказалось впоследствии — он неожиданно сошел с ума.

Двенадцать дней шли мы на северо-запад, под ровным южным ветром, не встретив ни одного кита. В море стали попадаться плавучие ледяные горы, и я думал, что капитан повернет обратно, — но у него не то было на уме. Он держал теперь прямо на север и объявил, что намерен пройти к Северному полюсу, а оттуда в Атлантический океан.

— Для этого нам понадобится не более двух недель, если продержится ветер, а открытием Северного полюса мы наживем вдвое больше денег, чем если бы переполнили судно китовым жиром.

Я промолчал, потому что моей обязанностью было исполнять приказания, а не рассуждать.

Через восемь с половиной суток нас прищемили изрядные ледяные горы. Вся передняя часть судна, до самой грот-мачты, превратилась в тонкий слой щепок. Я едва успел выскочить на палубу, когда оставшиеся на корме пять человек команды и капитан спустили лодку. Через минуту мы отчалили, а еще через несколько минут увидели, как останки «Марты Уилльямс» медленно опустились на дно.

Вы, вероятно, думаете, что после этого старик Шаттук отказался от фантазии открыть Северный полюс и постарался пройти к берегам Сибири, где мы могли встретить туземцев или русских купцов. Но нет, куда тут! Он прехладнокровно отдал приказание держать прямо на полюс.

Развернули паруса, — народу было немного, лодка хорошая, — и весело полетели вперед, насколько могут быть веселы добрые матросы, когда табак давно вышел и нечего будет курить в продолжение нескольких недель.

На вторые сутки мы попали в какой-то пролив и увидели с одной стороны ледяные горы, а с другой — высокий скалистый берег. Жители заметили нас и уже стояли в ожидании на прибрежном утесе, с любопытством поглядывая, как мы причаливали и выходили на землю. Человек тридцать мужчин, женщин и детей окружили нас и приветствовали.

Добродушные они были ребята; сейчас повели нас в свои снеговые пещеры и накормили рыбьим жиром, какой-то морской травой и рыбой. Наевшись до тошноты, старый Шаттук вынул секстант и принялся за наблюдения.

— Мы находимся в такой точке земного шара, где ни долготы, ни широты нет, — объявил он нам, окончив исследования: — на Северном полюсе! Мы сделали величайшее открытие; нам принадлежит честь, которой добивались многие.

Затем он наклонился и принялся отыскивать кончик земной оси. Видя, что старик рассматривает землю и что-то ищет,

туземцы повели нас на вершину острова и показали нечто вроде кресла, вырезанного из каменной глыбы. Через матроса Джаксона, датчанина, они объяснили, что с этим креслом у них связаны какие-то священные понятия, и никто не запомнит, сколько времени оно тут стоит.

— Отлично, — объявляет вдруг безумный старик. — Это-то и есть Северный полюс, и я беру его в свое владение. Да здравствуют Северо-Американские Соединенные Штаты и капитан Билль Шаттук!

С этими словами он усаживается на первобытное кресло и отдает нам приказание «обращаться» вокруг него.

Видите ли: так как мы находились на Северном полюсе, то солнце, действительно, обращалось вокруг нас, как вращаются иногда улицы, когда выпьешь лишнее. На шесть месяцев «солнце уходило отдыхать», — как сообщили нам туземцы, — но другие шесть месяцев оно разгуливало на десять градусов над горизонтом, не делая даже вида, что хочет закатиться. Вот капитан Шаттук, сильно рехнувшись, и вообразил, что если солнце вокруг него обращается, то подавно обязаны и мы.

Уселся он на каменный трон и роздал приказания. Мне, как старшему, велено было занять первое место, отступя на десять футов от полюса; остальные матросы должны были расположиться по очереди дальше, на пять футов расстояния друг за другом. Туземцам капитан объявил, что пока они еще не нужны, но когда первые планеты выбьются из сил, тогда он заставит и их исполнять астрономические обязанности.

Нечего делать: пришлось «обращаться». Мы должны были ходить вокруг старика слева направо, со скоростью трех узлов, хотя молодцам, которых он поставил на дальние орбиты, приходилось двигаться быстрее. Старик порядочно муштровал нас. Если кто-нибудь сбивался с круга, он свирепо заявлял, что мы не имеем права устраивать «возмущений» без его приказания; а тому, кто выказывал признаки усталости, кричал:

— Если ты не будешь держаться, как подобает небесному светилу, то я превращу тебя в комету и отправлю по такому эллипсу, что ты через тысячу лет не вернешься.

Вы, конечно, спросите, с какой стати мы подчинились подобным глупостям, так как капитан, согласно морским законам, не имел над нами никакой власти с тех пор, как мы потерпели крушение. Но дело в том, что Шаттук не расставался с двумя револьверами, которые ему удалось сохранить при себе, и эти-то инструменты заставляли нас плясать вокруг него и притворяться, насколько возможно, что нам очень весело.

В полдень он позволил нам передохнуть и сам сытно

пообедал. Воспользовавшись его хорошим настроением, я предложил сделать запас воды и пищи и вернуться в цивилизованные места, прежде чем океан замерзнет. Он удивился моему невежеству:

— Как, м-р Мартин! Вы тридцать лет провели на море и не имеете необходимейших первоначальных сведений. Да ведь мы находимся в точке земного шара, где нет ни долготы, ни широты и где стрелка компаса вращается так бестолково, что немыслимо ничего разобрать. Почем я знаю, где восток и где запад? И куда я поеду без компаса и без долготы?.. Нет, сэр, мы на полюсе, и здесь останемся. Мне здесь очень нравится, и вам всем тоже должно нравиться. Когда я сижу в этом кресле, — я центр Солнечной системы и не намерен оставлять такого положения ради того, чтобы выпрашивать новый корабль.

Больше от него ничего нельзя было добиться. Хорошо, что у него хватило еще смысла не заставлять команду обращаться двадцать четыре часа в сутки. Отпустив нас на отдых, он велел Джаксону передать туземцам, что теперь их очередь. Я думал, они не подчинятся и не станут бегать без толку, не имея понятия о значении капитанских револьверов. Но, очевидно, они приняли его за какое-то божество, так как принялись обращаться немедленно с величайшей охотой и благоговейно выполняли роль планет с полудня до четырех часов. Потом наступила наша очередь, затем опять их и т. д.

На следующее утро, когда наша партия принялась за работу, капитан обращается к матросу Смидлею и велит ему приготовиться к затмению.

— Смотри в оба, чтобы все было аккуратно! Ровно в шесть склянок на тебе должно начаться затмение от Джаксона и в семь склянок должно дойти до полного.

Смидлей был порядочный драчун, и все мы знали его кулаки, хотя офицерские приказания он исполнял до сих пор, как хороший матрос. Но это приказание пришлось ему не по нраву. Он обращается к старику и отвечает, что согласен встретить кого угодно и где угодно, но «затмевать» себя никому не позволит, пока у него есть здоровые руки. Капитан напрасно старался убедить Смидлея, что астрономическое затмение нисколько не позорно для матроса; мне пришлось уговаривать его забыть на время, что он матрос, и отнестись к делу хладнокровно, как относятся все небесные тела. Едва-едва уладилось дело.

Потом Шаттук выдумал и для меня занятие.

— М-р Мартин, — говорит он. — По моим вычислениям, вы находитесь теперь в первой четверти. Потрудитесь приращаться постепенно в течение двух недель. На четырнадцатый день у вас

должен быть полный диск. Прошу обратить на это внимание.

Я сделал вид, что обратил внимание, хотя не мог понять, чего ему надо и как может человек приращаться, когда нет сердцекрепительных напитков и нечего есть, кроме рыбьего жира.

Двое суток продолжалось вращательное занятие. Этого было вполне достаточно даже и без всяких затмений, приращений и полных дисков, которые как будто и не к лицу порядочному матросу. В один из отдыхов, пока туземцы бегали с прежним умилением, мы решили, что капитан окончательно рехнулся и что с нашей стороны будет даже великодушием схватить его, связать по рукам и ногам и уложить в лодку, а потом запастись у туземцев пищей и отправиться домой. План казался легким, потому что капитан был не особенно сильный мужчина; мы решили, что двое из нас схватят его сзади и обезоружат, пока остальные будут пробегать по своим орбитам перед его глазами.

Так мы и попробовали сделать на третий день утром.

Когда он, казалось, задремал, и двое самых сильных матросов подскочили к нему сзади, — он внезапно обернулся и первыми двумя выстрелами уложил обоих на месте. Тогда остальные бросились на него, понимая, что если мы не овладеем оружием, то всем придется плохо. Несколько минут длилась отчаянная борьба. Когда она окончилась, пятеро матросов были убиты наповал, капитан лежал с ножом Джаксона в сердце, а у меня засела пуля в левой руке выше локтя.

Я остался один из всей команды и сейчас же принялся делать туземцам разные жесты и знаки, стараясь объяснить, что у меня самые мирные намерения, и я только прошу дать мне воды и пищи, чтобы уехать. Они меня прекрасно поняли и уложили в лодку столько рыбы и воды, что хватило бы на два месяца.

Я пустил лодку по ветру, не обращая внимания на компас; только через три или четыре дня, взглянув на него, я увидел, что иду к юго-западу. На пятый день я «нашел» долготу места и так обрадовался, словно это был не десятый меридиан, а добрая мера табаку. Пользуясь северным ветром, я старался не уклоняться в сторону и через тридцать пять дней был взят на первое встретившееся судно. Это была английская китоловная шхуна, которая и доставила меня в Бристоль в конце октября.

Конечно, я никогда ни одним словом не обмолвился о Северном полюсе. Но вам я сообщил сущую правду и хотел бы знать ради любопытства, что вы теперь думаете.

— Давайте выпьемте по второму стакану горячего джина, — отвечал я.

Примечание редактора живой планетарий

Странная фантазия — приказать матросам «исполнять астрономические обязанности», будто бы возникшая, по словам моряка, в помутившемся уме капитана, вовсе не так сумасбродна и фантастична, как, пожалуй, склонны подумать иные читатели. Идея заставить товарищей разыгрывать в лицах планетную систему является, по-видимому, лишь неуместным воспоминанием о школьных упражнениях на уроках космографии. Эти оригинальные упражнения состоят в том, что ради наглядности школьники устраивают так называемый «живой планетарий», то есть своими движениями изображают живое подобие планетной системы. У нас подобный прием почему-то мало употребителен, хотя он значительно облегчает уяснение многих трудностей планетных движений. Опишем поэтому некоторые из этих поучительных упражнений.

Возьмем, например, движение Луны вокруг Земли. Мы знаем, что Луна всегда обращена к Земле одною и тою же своей стороной, и выводим отсюда, что период обращения нашего спутника вокруг Земли равен периоду его вращения вокруг своей оси. Однако такой вывод для многих непонятен: некоторым представляется более правильным вывод, что Луна вовсе не вращается вокруг своей оси, раз она неизменно обращена к Земле одной и той же стороной. «Живой планетарий» легко и просто разъясняет это недоразумение. Проделаем такое упражнение: пусть один из учащихся станет в середине комнаты, впереди класса, — он будет изображать Землю; другой, изображающий Луну, пусть обходит кругом него, все время обращаясь лицом к «Земле». Тогда остальные учащиеся, сидящие на своих партах, будут видеть «Луну» сначала сзади, потом сбоку, потом с лица, потом с другого бока и, наконец, когда «Луна» закончит полный круг, — снова сзади. Другими словами, все наглядно убедятся, что «Луна», обходя вокруг «Земли» с неизменно обращенным к ней лицом, вращается в то же время и вокруг своей оси — иначе они не видели бы ее последовательно со всех четырех сторон.

Напротив, если бы наша живая Луна обращалась вокруг «Земли» так, чтобы сидящие на партах все время видели «Луну» с одной и той же стороны, например спереди (т. е. если бы она не вращалась вокруг собственной оси), то «Земля» видела бы ее последовательно со всех четырех сторон, — вопреки мнению тех, кто полагает, что именно при этом условии Луна должна быть обращена к Земле неизменно одною и тою же стороною.

В более пространном помещении — в обширном зале или на

открытом воздухе — можно наглядно «разыграть в лицах» также совместное движение Земли и Луны вокруг Солнца. Для этого один из учащихся, изображающий Солнце, помещается в середине зала, а на некотором расстоянии становится другой, представляющий Землю, который и обходит медленным шагом кругом «Солнца», в то время как третий — в роли Луны — кружится вокруг этой живой Земли с такой скоростью, чтобы успеть сделать около 12 полных оборотов, пока «Земля» замкнет один круг. При этом станет ясно, что путь Луны в пространстве представляет собою волнистую круговую линию. Для большей наглядности можно натереть мелом подошвы учащегося, изображающего Луну, — и тогда следы его ног непосредственно начертят лунный путь. Под открытым небом, если упражнение производится зимою, путь Луны отметится сам собою следами ног по снегу.

Благодаря такого рода упражнениям можно с легкостью уяснить и многие другие особенности планетных движений, затруднительные для понимания. Рассмотрим хотя бы явление прямого и попятного движения планет, которое обычно, по мертвым книжным чертежам, усваивается не без труда. Живой планетарий поможет весьма быстро составить вполне отчетливое представление об этих движениях. Один из учащихся в роли Солнца становится в середине просторного зала или площадки на дворе; у стен зала или у краев площадки размещаются остальные, играющие в данном случае роль неподвижных звезд. Двое на этот раз будут изображать собою планеты, один — Землю, другой — какую-нибудь внешнюю планету, например Юпитер. Обе живые планеты обходят вокруг «Солнца», но с различной скоростью: «Земля» движется быстрее «Юпитера», совершая 11–12 полных кругов, пока «Юпитер» закончит один круг. И вот, выполняя свое движение, учащийся, принявший на себя роль Земли, внимательно следит за тем, против каких «неподвижных звезд» оказывается при этом «Юпитер»: он ясно заметит, что Юпитер движется то вперед между «звездами», то назад, совершая характерные для внешних планет прямое и попятное движения на звездном небе.[26]

Универсальная библиотека
Рассказ Курда Лассвица [27]

— Ну, садись же сюда, Макс, — сказал профессор. — В бумагах моих, право, ничего для твоей газеты не найдется.

— В таком случае, — отвечал Макс Буркель, — тебе придется что-нибудь написать для нее.

— Не обещаю. Написано уже да, к сожалению, и напечатано так много лишнего…

— Я и то удивляюсь, — вставила хозяйка, — что вы вообще находите еще что-нибудь новое для печатания. Уж, кажется, давно бы должно было быть перепробовано решительно все, что мыслимо составить из вашей горсти типографских литер.

— Можно было бы, пожалуй, так думать. Но дух человеческий поистине неистощим…

— В повторениях?

— О да, — рассмеялся Буркель, — но также и в изобретении нового.

— И несмотря на это, — заметил профессор, — можно изобразить буквами все, что человечество когда-либо создаст на поприще истории, научного познания, поэтического творчества, философии. По крайней мере, поскольку это поддается словесному выражению. Книги наши ведь заключают все знание человечества и сохраняют сокровища, накопленные работой мысли. Но число возможных сочетаний будет ограничено. Поэтому вся вообще возможная литература должна уместиться в конечном числе томов.

— Э, старина, в тебе говорит сейчас математик, а не философ! Может ли неисчерпаемое быть конечным?

— Позволь, я подсчитаю тебе сейчас, сколько именно томов должна заключать такая универсальная библиотека… Дай-ка мне с письменного стола листок бумаги и карандаш, — обратился профессор к жене.

— Прихватите заодно и таблицы логарифмов, — сухо заметил Буркель.

— Они не понадобятся, — сказал профессор и начал: — Скажи мне, пожалуйста: если печатать экономно и отказаться от роскоши украшать текст разнородными шрифтами, имея в виду читателя, заботящегося лишь о смысле…

— Таких читателей не бывает.

— Ну, допустим, что они существуют. Сколько типографских литер потребовалось бы при таком условии для изящной и всякой

иной литературы?

— Если считать лишь прописные и строчные буквы, обычные знаки препинания, цифры и, не забудем, шпации…

Племянница профессора вопросительно взглянула на говорившего.

— Это типографский материал для промежутков, — пояснил он, — которым наборщики разъединяют слова и заполняют пустые места. В итоге наберется не так уж много. Но для книг научных! У вас, математиков, такая масса символов…

— Нас выручают индексы, — те маленькие цифры, которые мы помещаем при буквах: a_1, a_2, a_3, a_4, и т. д. Для этого понадобится лишь еще один или два ряда цифр от 0 до 9. Аналогичным образом можно условно обозначать и любые звуки чужих языков.

— Если так, то потребуется, я думаю, не более сотни различных знаков, чтобы выразить печатными строками все мыслимое.[28]

— Теперь дальше. Какой толщины взять тома?

— Я полагаю, что можно вполне обстоятельно исчерпать тему, если посвятить ей том в 500 страниц. Считая на странице по 40 строк с 50 типографскими знаками в каждой (включаются, конечно, шпации и знаки препинания), имеем $40 \times 50 \times 500$ букв в одном томе, т. е… впрочем, ты подсчитаешь это лучше…

— Миллион букв, — сказал профессор. — Следовательно, если повторять наши 100 литер в любом порядке столько раз, чтобы составился том в миллион букв, мы получим некую книгу. И если вообразим все возможные сочетания этого рода, какие только осуществимы чисто механическим путем, то получим полный комплект сочинений, которые когда-либо были написаны в прошлом или появятся в будущем.

Буркель хлопнул своего друга по плечу.

— Идет! Беру абонемент в твоей универсальной библиотеке. Тогда получу готовыми, в напечатанном виде, все полные комплекты моей газеты за будущие годы. Не будет больше заботы о подыскании материала. Для издателя — верх удобства: полное исключение авторов из издательского дела. Замена писателя комбинирующей машиной, неслыханное достижение техники!

— Как! — воскликнула хозяйка. — В твоей библиотеке будет решительно все? Полный Гёте? Собрание сочинений всех когда-либо живших философов?

— Со всеми разночтениями, притом, какие никем еще даже не отысканы. Ты найдешь здесь полностью все утраченные сочинения Платона или Тацита и в придачу — их переводы. Далее, найдешь все будущие мои и твои сочинения, все давно

забытые речи депутатов рейхстага и все те речи, которые еще должны быть там произнесены, полный отчет о международной мирной конференции и о всех войнах, которые за нею последуют… Что не уместится в одном томе, может быть продолжено в другом.

— Ну, благодарю за труд разыскивать продолжения.

— Да, отыскивать будет хлопотливо. Даже и найдя том, ты еще не близок к цели: ведь там будут книги не только с надлежащими, но и с всевозможными неправильными заглавиями.

— А ведь верно, так должно быть!

— Встретятся и иные неудобства. Возьмешь, например, в руки первый том библиотеки. Смотришь: первая страница — пустая, вторая — пустая, третья — пустая и т. д. все 500 страниц. Это тот том, в котором шпация повторена миллион раз…

— В такой книге не может быть, по крайней мере, ничего абсурдного, — заметила хозяйка.

— Будем утешаться этим. Берем второй том: снова все пустые страницы, и только на последней, в самом низу, на месте миллионной литеры приютилось одинокое *a*. В третьем томе — опять та же картина, только *a* передвинуто на одно местечко вперед, а на последнем месте — шпация. Таким порядком буква *a* последовательно передвигается к началу, каждый раз на одно место, через длинный ряд из миллионов томов, пока в первом томе второго миллиона благополучно достигнет, наконец, первого места. А за этой буквой в столь увлекательном томе нет ничего — белые листы. Такая же история повторяется и с другими литерами в первой сотне миллионов наших томов, пока все сто литер не совершат своего одинокого странствования от конца тома к началу. Затем то же самое происходит с группою *aa* и с любыми двумя другими литерами во всевозможных комбинациях. Будет и такой том, где мы найдем одни только точки; другой — с одними лишь вопросительными знаками.

— Но эти бессодержательные тома можно ведь будет сразу же разыскать и отобрать, — сказал Буркель.

— Пожалуй. Гораздо хуже будет, если нападешь на том, по-видимому, вполне разумный. Хочешь, например, навести справку в «Фаусте» и берешь том с правильным началом. Но прочитав немного, находишь дальше что-нибудь в таком роде: «Фокус-покус, во — и больше ничего», или просто: «ааааааа…» Либо следует дальше таблица логарифмов, неизвестно даже — верная или неверная. Ведь в библиотеке нашей будет не только все истинное, но и всякого рода нелепости. Заголовкам доверяться нельзя. Книга озаглавлена, например, «История Тридцатилетней

войны», а далее следует: «Когда Блюхер при Фермопилах женился на дагомейской королеве»…

— О, это уж по моей части! — воскликнула племянница. — Такие тома я могла бы сочинить.

— Ну, в нашей библиотеке будут и твои сочинения, все, что ты когда-либо говорила, и все, что скажешь в будущем.

— Ах, тогда уж лучше не устраивай твоей библиотеки…

— Не бойся: эти сочинения твои появятся не за одной лишь твоей подписью, но и за подписью Гёте и вообще с обозначением всевозможных имен, какие только существуют на свете. А наш друг журналист найдет здесь за своей ответственной подписью статьи, которые нарушают все законы о печати, так что целой жизни не хватит, чтобы за них отсидеть. Здесь будет его книга, в которой после каждого предложения заявляется, что оно ложно, и другая его книга, в которой после тех же самых фраз следует клятвенное подтверждение их истинности.

— Ладно, — воскликнул Буркель со смехом. — Я так и знал, что ты меня подденешь. Нет, я не абонируюсь в библиотеке, где невозможно отличить истину от лжи, подлинное от фальшивого. Миллионы томов, притязающие на правдивое изложение истории Германии в XX веке, будут все противоречить один другому. Нет, благодарю покорно!

— А разве я говорил, что легко будет отыскивать в библиотеке все нужное? Я только утверждал, что можно в точности определить число томов нашей универсальной библиотеки, где наряду со всевозможными нелепостями будет также вся осмысленная литература, какая только может существовать.

— Ну, подсчитай же, наконец, сколько это составит томов, — сказала хозяйка. — Чистый листок бумаги, я вижу, скучает в твоих пальцах.

— Расчет так прост, что его можно выполнить и в уме. Как составляем мы нашу библиотеку? Помещаем сначала однократно каждую из сотни наших литер. Затем присоединяем к каждой из них каждую из ста литер, так что получаем сотню сотен групп из двух букв. Присоединив в третий раз каждую литеру, получаем $100 \times 100 \times 100$ групп из трех знаков, и т. д. А так как мы должны заполнить миллион мест в томе, то будем иметь такое число томов, какое получится, если взять число 100 множителем миллион раз. Но $100 = 10 \times 10$; поэтому составится то же, что и от произведения двух миллионов десятков. Это, проще говоря, единица с двумя миллионами нулей. Записываю результат так: десять в двухмиллионной степени —

$10^{2\,000\,000}$

Профессор поднял руку с листком бумаги.[29]

— Да, вы, математики, умеете-таки упрощать свои записи, — сказала хозяйка. — Но напиши-ка это число полностью.

— О, лучше и не начинать; пришлось бы писать день и ночь две недели подряд, без передышки. Если бы его напечатать, оно заняло бы в длину четыре километра.

— Уф! — изумилась племянница. — Как же оно выговаривается?

— Для таких чисел и названий нет. Никакими средствами невозможно сделать его хоть сколько-нибудь наглядным, — настолько это множество огромно, хотя и безусловно конечно. Все, что мы могли бы назвать из области невообразимо больших чисел, исчезающе мало рядом с этим числовым чудовищем.

— А если бы мы выразили его в триллионах? — спросил Буркель.

— Триллион — число внушительное: единица с 18 нулями. Но если ты разделишь на него число наших томов, то от двух миллионов нулей отпадает 18. Останется единица с 1 999 982 нулями, — число столь же непостижимое, как и первое. Впрочем… — профессор сделал на листке бумаги какие-то выкладки.

— Я была права: без письменного вычисления не обойдется, — заметила его жена.

— Оно уже кончено. Могу теперь иллюстрировать наше число. Допустим, что каждый том имеет в толщину 2 сантиметра и все тома расставлены в один ряд. Какой длины, думаете вы, будет этот ряд?

Он с торжеством взирал на молчащих собеседников.

Последовало неожиданное заявление племянницы:

— Я знаю, какую длину займет ряд. Сказать?

— Конечно.

— Вдвое больше сантиметров, чем томов.

— Браво, браво! — подхватили кругом. — Точно и определенно.

— Да, — сказал профессор, — но попытаемся представить это наглядно. Вы знаете, что свет пробегает в секунду 300 000 километров, т. е. в год 10 биллионов километров, или триллион сантиметров. Если, значит, библиотекарь будет мчаться вдоль книжного ряда с быстротой света, то за два года он успеет миновать всего только один триллион томов. А чтобы обозреть таким манером всю библиотеку, понадобилось бы лет дважды единица с 1 999 982 нулями. Вы видите, что даже число лет, необходимое для обозрения библиотеки, столь же трудно себе представить, как и число самих томов. Здесь яснее всего

сказывается полная бесполезность всяких попыток наглядно представить себе это число, хотя повторяю, оно и конечно.

Профессор хотел было уже отложить листок, когда Буркель сказал:

— Если собеседницы наши не запротестуют, я позволю себе задать еще только один вопрос. Мне кажется, что для придуманной тобою библиотеки не хватит места в целом мире.

— Это мы сейчас узнаем, — сказал профессор и снова взялся за карандаш. Сделав выкладки, он объявил:

— Если нашу библиотеку сложить так, чтобы каждые 1000 томов заняли один кубический метр, то целую Вселенную, до отдаленнейших туманностей, пришлось бы заполнить такое число раз, которое короче нашего числа томов всего лишь на 60 нулей. [30] Словом, я был прав: никакими средствами невозможно приблизиться к наглядному представлению этого исполинского числа.

Примечания редактора

Примечание 1. Что поражающее вычисление нередко фигурирует в книгах по теории вероятности. Французский математик Э. Борель в своей известной книге «Случай» придает ему следующую форму.

Предположим, что число знаков, употребляемых в письме, считая также знаки препинания и т. п., равняется 100; книга среднего размера содержит менее миллиона типографских знаков. Спрашивается: какова вероятность вынуть целую книгу, выбирая наудачу по одной букве?

Очевидно, вероятность того, чтобы вынутая буква была первой буквой книги, равна 1/100; она также равна 1/100 для того, чтобы вторая вынутая буква была второй буквой книги; а так как эти две вероятности независимы, то вероятность, что случатся оба события, равна

$$\frac{1}{100}\times\frac{1}{100}=\left(\frac{1}{100}\right)^2.$$

То же самое рассуждение можно повторить и для третьей буквы, для четвертой и т. д. Если их миллион, то вероятность, что случай даст именно их, равна произведению миллиона множителей, из которых каждый равен одной сотой; оно равно

$$\left(\frac{1}{100}\right)^{1000000}=10^{-2000000}.$$

Примечание 2. В этом расчете нет преувеличения: он вполне точен для тех представлений о размере Вселенной, которые господствовали в момент написания рассказа. Интересно повторить вычисление, исходя из современных представлений.

Согласно новейшим исследованиям астронома Кертиса, самые далекие объекты Вселенной — спиральные туманности — расположены от нас на расстоянии 10 миллионов световых лет. Световой год, т. е. путь, проходимый светом в течение года, равен, круглым числом, 10 биллионам километров, т. е. 10^{13} км. Следовательно, радиус видимой Вселенной мы можем считать равным

$10^{13} \times 10^{7} = 10^{20}$ километрам,

или

$10^{20} \times 1000 = 10^{23}$ метрам.

Объем такого шара в куб. метрах равен

$$\frac{4}{3}\pi\left(10^{23}\right)^3 = \text{около } 4 \times 10^{69} \text{ куб. метров.}$$

Считая по 1000 томов в куб. метре объема, узнаем, что Вселенная указанных размеров могла бы вместить только

$4 = 10^{69} \times 1000 = 4 \times 10^{72}$ томов.

Следовательно, разделив все число томов «универсальной библиотеки» на это число, мы сократили бы ряд нулей на 73; разница между этим результатом и приведенным в рассказе, как видим, несущественна.

Примечание 3. Литературная машина

Поучительно рассмотреть придуманный Перельманом проект видоизменения идеи Лассвица,[31] сущность которого ясна из следующего воображаемого разговора.

— В том виде, какой Лассвиц придал своей идее «универсальной библиотеки», она, конечно, неосуществима. Слишком уж велик размах: перебирать все комбинации из миллиона типографских знаков! Неудивительно, что получаются сверхастрономические числа. Другое дело — если ограничиться гораздо более скромными рамками.

— Например?

— Например, удовольствовавшись комбинациями всего лишь из 1000 литер, среди которых сто различных. Вообразим механизм, который систематически составляет все сочетания, возможные при наборе отрывка в 1000 литер. С каждого сочетания делаются оттиски. Что же мы получим?

— Ясно что: всевозможные образчики вздора и бессмыслицы.

— Да, но в этом море бессмыслицы неизбежно должны оказаться и все осмысленные сочетания литер. Это тоже ясно. Значит, у нас в руках очутятся все литературные отрывки, какие мыслимо написать тысячью литерами. А именно: по отдельным страницам, по полустраницам будем мы иметь все, что когда-либо было написано и когда-либо будет написано в прозе и стихах на русском языке и на всех существующих и будущих

языках (потому что иностранные слова можно ведь передавать буквами русского алфавита). Все романы и рассказы, все научные сочинения и доклады, все журнальные и газетные статьи и известия, все стихотворения, все разговоры, когда-либо веденные всеми населяющими земной шар людьми и всеми прежде жившими (в том числе и наш нынешний разговор с вами), все интимные тайны, когда-либо кем-либо кому-либо доверенные, и все, что еще предстоит придумать, высказать и написать людям будущих поколений по-русски и в переводе на все языки, — все это без исключения будет в наших оттисках.

— Бесспорно так. Не забывайте, однако, что мы будем иметь разрозненные, беспорядочно перемешанные отрывки. Придется их еще подобрать и сопоставить.

— Конечно. Будет немало работы по отыскиванию разрозненных частей. Но эта работа сторицей окупится ценностью ее результата. Подумайте: без гениев искусства и науки, чисто механическим путем, мы получим величайшие произведения мировой литературы и науки, овладеем всеми будущими открытиями и изобретениями.

— Как же это осуществить? Как устроить вашу «литературную машину»?

— Тут-то и сказывается огромное преимущество моего проекта перед проектом Лассвица. Уменьшив число литер в 1000 раз, заменив толстый том одной страничкой малого формата, я достиг технической осуществимости этой замечательной идеи. То, что немыслимо сделать при миллионе литер, вполне возможно выполнить для тысячи.

— А именно?

— Довольно просто. Вообразите шестеренку, на ободе которой помещаются 100 необходимых нам литер. Высота и ширина литеры, скажем для простоты, 2 миллиметра. Окружность шестеренки в 2 × 100, т. е. в 200 миллиметров, имеет диаметр меньше 7 сантиметров. Толщина шестеренки может быть пошире литеры — ну, пусть в 4 мм. Вообразите 1000 таких шестеренок, насаженных рядом на одну общую ось. Получите вал длиною в 4 метра и толщиною в 7 см. Шестеренки соединены между собою так, как это делается в нумераторах и в счетных машинах, а именно: при полном повороте первой шестеренки — вторая повертывается на одну литеру, при полном повороте второй — третья повертывается на одну литеру, и так до последней, 1000-й шестеренки. Валик покрывается типографской краской и делает оттиски на длинной 4-метровой бумажной полосе. Вот и устройство «литературной» машины. Как видите, просто и не очень громоздко.

— Как же она работает?

— Шестеренки приводятся во вращение, как я уже сказал, последовательно. Сначала начинает вращаться первая и дает на бумаге оттиски своих литер — это первые 100 «литературных произведений» из категории бессмысленных. Когда она обернется один раз, она вовлекает во вращение вторую шестеренку: та повертывается на одну литеру и остается в этом положении, пока первая продолжает вращаться; получите еще 100 оттисков, теперь уже из двух букв. После 100 таких оборотов вторая шестеренка повертывается еще на одну литеру, опять обе дают 100 новых оттисков, и т. д. Когда же и вторая сделает полный оборот, присоединяется третья шестеренка, и получаются всевозможные оттиски из трех литер. И так далее, пока не дойдет очередь до последней, 1000-й шестеренки. Вы понимаете, что когда эта 1000-я шестеренка сделает полный оборот, все возможные комбинации в 1000 литер будут исчерпаны, и останется лишь работа по разборке оттисков.

— Много ли времени потребует вся работа вашей машины?

— Времени, конечно, порядочно. Но простота конструкции моей машины дает возможность значительно сократить необходимое время. Ведь работа машины сводится к вращению небольших шестерен, а скорость вращения можно технически довести до весьма высокой степени. Турбина Лаваля делает 30 000 оборотов в минуту. Почему бы и «литературную» машину не пустить таким темпом? Словом, как видите, у меня идея Лассвица получает конструктивное воплощение и притом в довольно простой форме — длинного ряда шестеренок, насаженных на одну ось и вращаемых с большою (но технически осуществимою) скоростью.

Что мы должны думать об этом проекте «литературной» машины?

То, что он так же несбыточен, как и первоначальный проект Лассвица. Соорудить и пустить в ход эту «литературную» машину, пожалуй, вполне возможно, но дождаться конца ее работы человечество не сможет. Солнце погаснет, прежде чем последняя шестеренка закончит свое вращение. Действительно, при 30 000 оборотов в секунду

2-я шестеренка начнет работать спустя $\frac{60}{30000} = \frac{1}{600}$ мин.

3-я » » » » $\frac{60 \times 60}{30000} = \frac{3}{26}$ мин.

4-я » » » » $\frac{60 \times 60 \times 60}{30000} = 7{,}2$ мин.

5-я » » » » $\frac{60^4}{30000} = 7{,}2$ часа.

6-я » » » » 7,2 ч × 60 = 18 суток.
7-я » » » » 18 сут. × 60 = 3 года*.
8-я » » » » 3 г. × 60 = 180 лет.
9-я » » » » 180 л. × 60 = 1080 лет.
10-я » » » » 1080 л. × 60 = 64800 лет.
11-я » » » » 3 888 000 лет.
12-я » » » » 233 280 000 лет.

Надо ли продолжать? Если 12-я шестеренка начнет вращаться только через двести миллионов лет, то когда дойдет очередь до 1000-й? Нетрудно вычислить. Число минут выразится числом

$$\frac{60^{1000}}{3000}$$

— числом, в котором 1775 цифр. Во всей Вселенной не хватит материи, чтобы дать материал для всех оттисков, число которых выражается 1779 цифрами. Ведь во Вселенной, по подсчетам специалистов (де-Ситера), «всего» 10^{77} электронов, и даже если бы каждый оттиск состоял из одного электрона, можно было бы отпечатать лишь ничтожную долю всей продукции «литературной» машины. Перерабатывать старые оттиски вновь на бумагу? Но допуская даже при этом ничтожнейшую потерю материи в 1-биллионную долю, мы должны были бы иметь — считая снова по электрону на оттиск — число оттисков из 1767 цифр, а электронов у нас имеется число всего из 78 цифр…

Можно возразить, пожалуй, что незачем ждать окончания работы «литературной» машины: ведь шедевры литературы и замечательные открытия могут случайно оказаться среди первого миллиона оттисков. При невообразимо огромном числе всех возможных сочетаний эта вероятность еще более ничтожна, чем

вероятность случайно наткнуться на один определенный электрон среди всех электронов Вселенной. Число электронов во Вселенной неизмеримо меньше, чем общее число возможных оттисков нашей машины.

Но пусть даже осуществилось несбыточное, пусть случилось чудо, и в наших руках имеется сообщение о научном открытии, появившееся из-под машины без участия творческой мысли. Сможем ли мы этим открытием воспользоваться?

Нет, мы даже не сможем признать этого открытия. Ведь у нас не будет критерия, который позволил бы нам отличить истинное открытие от многих мнимых, столь же авторитетно возвещаемых в процессе работы нашей машины. Пусть, в самом деле, машина дала нам отчет о превращении ртути в золото. Наряду с правильным описанием этого открытия будет столько же шансов иметь множество неправильных его описаний, а кроме того, описаний и таких невозможных процессов, как превращение меди в золото, марганца в золото, кальция в золото и т. д. и т. д. Оттиск, утверждающий, что превращение ртути в золото достигается при высокой температуре, ничем не отличается от оттиска, предписывающего прибегнуть к низкой температуре, причем могут существовать варианты оттисков с указанием всех температур от минус 273° до бесконечности. С равным успехом могут появиться из-под машины указания на необходимость пользоваться высоким давлением (тысячи вариантов), электризацией (опять тысячи вариантов), разными кислотами (снова тысячи и тысячи вариантов) и т. п.

Как при таких условиях отличить подлинное открытие от мнимого? Пришлось бы тщательно проверять на опыте каждое указание (кроме, конечно, явно нелепых), т. е. проделать такую огромную лабораторную работу, которая совершенно обесценила бы идеи «литературной» машины.

Точно так же пришлось бы проделать обширные исторические изыскания, чтобы проверить правильность каждого исторического факта, утверждаемого каким-нибудь продуктом механического производства открытий. Словом, ввиду полной невозможности отличать истину ото лжи, подобный «механический» способ двигать науку вперед был бы совершенно бесполезен, даже если бы каким-нибудь чудом удалось дождаться осмысленного оттиска.

Интересно отметить здесь следующий расчет Бореля (из книги «Случай»): вероятность выпадения орла 1000 раз подряд при игре в орлянку равна 2^{1000}, т. е. числу, содержащему около 300 цифр. Этот шанс приблизительно таков же, как и шанс получить две первых строки определенного стихотворения,

вынимая наудачу из шапки буквы по следующему способу: в шапке 25 букв, одна из них вынимается, записывается и кладется обратно в шапку, после встряхивания вынимается вторая и т. д. Строго говоря, получить таким образом две первых строки определенного стихотворения вполне возможно. «Однако, — замечает Борель, — это представляется нам до такой степени маловероятным, что если бы подобный опыт удался на наших глазах, мы считали бы это плутовством».[32]

Пирамида Хеопса и ее тайны
Я. И. Перельман

Высочайшая пирамида Древнего Египта — Хеопсова, уже пять тысячелетий обвеваемая знойным воздухом пустыни, представляет, без сомнения, самую удивительную постройку, сохранившуюся от Древнего мира. Высотою почти в полтораста метров, она покрывает своим основанием площадь в 40 тысяч квадратных метров и сложена из двухсот рядов исполинских камней. Сто тысяч рабочих в течение 30 лет трудились над возведением этого сооружения, — сначала подготовляя 10 лет дорогу для перевозки камней от каменоломни до места постройки, а затем громоздя их 20 лет друг на друга помощью несовершенных машин того времени.

Кажется странным, чтобы такое огромное сооружение воздвигнуто было с единственною целью — служить гробницею для правителя страны. Поэтому некоторые исследователи стали доискиваться: не раскроется ли тайна пирамиды из соотношения ее размеров?

Им посчастливилось, по их мнению, найти ряд удивительных соотношений, свидетельствующих о том, что жрецы, руководители работ по постройке, обладали глубокими познаниями по математике и астрономии и эти познания воплотили в каменных формах пирамиды.

«Геродот[33] рассказывает, — читаем мы в книге французского астронома Море (Загадки науки, 1926 г., т. I), — что египетские жрецы открыли ему следующее соотношение между стороною основания пирамиды и ее высотою: квадрат, построенный на высоте пирамиды, в точности равен площади каждого из боковых треугольников. Это вполне подтверждается новейшими измерениями. Вот доказательство, что во все времена пирамида Хеопса рассматривалась как памятник, пропорции которого рассчитаны математически.

Приведу более позднее доказательство: мы знаем, что отношение между длиною окружности и ее диаметром есть постоянная величина, хорошо известная современным школьникам. Чтобы вычислить длину окружности, достаточно умножить ее диаметр на 3,1416.

Математики древности знали это отношение лишь грубо приближенно.

Но вот, если сложить четыре стороны основания пирамиды, мы получим для ее обвода 931,22 метра. Разделив же это число

на удвоенную высоту (2 × 148,208), имеем в результате 3,1416, т. е. отношение длины окружности к диаметру. (Другие авторы из тех же измерений пирамиды выводят значение ***n*** с еще большею точностью: 3,14159 — *Я. П.)*

Этот единственный в своем роде памятник представляет собою, следовательно, материальное воплощение числа „пи“, игравшего столь важную роль в истории математики. Египетские жрецы имели, как видим, точные представления по ряду вопросов, которые считаются открытиями ученых позднейших веков[34]».

Еще удивительнее другое соотношение: если сторону основания пирамиды разделить на точную длину года — 365,2422 суток, то получается как раз 10-миллионная доля земной полуоси, с точностью, которой могли бы позавидовать современные астрономы…

Далее: высота пирамиды составляет ровно миллиардную долю расстояния от Земли до Солнца — величины, которая европейской науке стала известна лишь в конце XVIII века. Египтяне 5000 лет назад знали, оказывается, то, чего не знали еще ни современники Галилея и Кеплера, ни ученые эпохи Ньютона. Неудивительно, что изыскания этого рода породили на Западе обширную литературу.

А между тем все это — не более как пустая игра цифрами. Дело представится совсем в другом свете, если подойти к нему с элементарными правилами оценки результатов приближенных вычислений.

Рассмотрим же по порядку те примеры, которые мы привели:

1) О числе «пи». Арифметика приближенных чисел утверждает, что если в результате действия деления мы желаем получить число с шестью верными цифрами (3,14159), мы должны иметь в делимом и делителе, по крайней мере, столько же верных цифр. Это значит, в применении к пирамиде, что для получения шестизначного «пи» надо было измерить стороны основания и высоту пирамиды с точностью до миллионных долей результата, т. е. до одного миллиметра. Астроном Море приводит для высоты пирамиды — 148,208 м, на первый взгляд как будто действительно с точностью до 1 мм.

Но кто поручится за такую точность измерения пирамиды? Вспомним, что лаборатория Палаты мер и весов, где производятся точнейшие в мире измерения, не может при измерении длины добиться такой точности (она получает при измерении длины лишь 6 верных цифр). Понятно, насколько грубее может быть выполнено измерение каменной громады в пустыне. К тому же истинных, первоначальных размеров пирамиды давно нет в

натуре, так как облицовка ее выветрилась и никто не знает, какой она была толщины. Чтобы быть добросовестным, надо брать размеры пирамиды в целых метрах; а тогда получается довольно грубое «пи», — не более точное, чем то, которое мы извлекаем из математического папируса Ринда.

Если пирамида действительно есть каменное воплощение числа «пи», то воплощение это, как видим, далеко не совершенное. Но вполне допустимо, что пирамида не сооружена ради выражения именно этого соотношения. В пределы приближенных трехзначных выражений для размеров пирамиды хорошо укладываются и другие допущения. Возможно, например, что для высоты пирамиды было взято $^2/_3$ ребра пирамиды или $^2/_3$ диагонали ее основания. Вполне допустимо и то соотношение, которое было указано Геродотом: что высота пирамиды есть квадратный корень из площади боковой грани. Все это догадки, столь же вероятные, как и «гипотеза пи».

2) Следующее утверждение касается продолжительности года и длины земного радиуса: если разделить сторону основания пирамиды на точную длину года (число из 7 цифр), то получим в точности 10-миллионную долю земной оси (число из 5 цифр). Но раз мы уже знаем, что в делимом у нас не больше трех верных цифр, то ясно, какую цену имеют здесь эти 7 и 5 знаков в делителе и в частном. Арифметика уполномочивает нас в этом случае только на 3 цифры в длине года и земного радиуса. Год в 365 суток и земной радиус около 6400 километров — вот числа, о которых мы вправе здесь говорить.

3) Что же касается расстояния от Земли до Солнца, то здесь недоразумение иного рода. Странно даже, как приверженцы теории могут не замечать допускаемой ими здесь логической ошибки. Ведь если, как они утверждают, сторона пирамиды составляет известную долю земного радиуса, а высота — известную долю основания, то нельзя уже говорить, будто та же высота составляет определенную долю расстояния до Солнца. Что-нибудь одно — либо то, либо другое. А если случайно тут обнаруживается любопытное соответствие, то оно испокон веков существовало в нашей планетной системе, и никакой заслуги египтян в этом быть не может.

Сторонники рассматриваемой теории идут еще далее: они утверждают, что масса пирамиды составляет ровно одну тысячебиллионную долю массы земного шара. Это соотношение, по их мнению, не может быть случайным и свидетельствует о том, что древнеегипетские жрецы знали не только геометрические размеры нашей планеты, но и задолго до Ньютона и Кавендиша исчислили ее массу, «взвесили» земной шар.

Однако здесь та же нелогичность, что и в примере с расстоянием от Земли до Солнца. Совершенно нелепо говорить о том, будто масса пирамиды «выбрана» в определенном соответствии с массою земного шара. Масса пирамиды определилась с того момента, как назначены были размеры ее основания и высоты. Нельзя одновременно сообразовать высоту пирамиды с основанием, составляющим определенную долю земного радиуса, — и **независимо от этого** ставить ее массу в связь с массою Земли. Одно определяется другим. Значит, должны быть отвергнуты всякие домыслы

о знании египтянами массы земного шара. Это — не более как числовая эквилибристика.

Искусно оперируя с числами, опираясь на случайные совпадения, можно доказать, пожалуй, все что угодно. Один французский астроном, ради шутки, доказывал, что строители большой пирамиды были знакомы с числом *e* — основанием натуральных логарифмов. Он ссылался на следующее соотношение в размерах пирамиды: длина полудиагонали основания, выраженная в 10-миллионных долях четверти земного меридиана (т. е. в метрах), состоит из тех же цифр, идущих, кроме того, в том же порядке, что и квадратный корень из числа *e*… Чем это доказательство хуже тех, которые приводятся приверженцами «математической теории пирамиды»?

Мы видим, на каких шатких основаниях покоится легенда о непостижимой учености строителей большой пирамиды. А попутно мы имеем тут и маленькую наглядную демонстрацию пользы того отдела арифметики, который занимается приближенными числами.

Примечание Я.И. Перельмана Действия над приближенными числами

Читателю, незнакомому с правилами действий над приближенными числами, вероятно, интересно будет хотя бы вкратце с ними ознакомиться, тем более что знание этих простых приемов, несомненно, окажется и практически полезным, сберегая много труда и времени при вычислениях.

Прежде всего — несколько слов о самом понятии приближенного числа. В технике приходится производить действия большей частью над такими числами, которые получены при измерении. Числа эти никогда не выражают результата измерения совершенно точно. Измерив, например, толщину трубки и получив в результате 2,5 см, можно утверждать, что число целых сантиметров указано здесь вполне верно. Но нельзя все же поручиться за то, что толщина трубки заключает *ровно* 2,5 сантиметра, а не больше или меньше на несколько сотых долей сантиметра. Если бы истинная величина его была, например, 2,53 см или 2,48 см, — мы и тогда сочли бы его равным 2,5 см, потому что разница в 0,03 см или 0,02 см ускользает от нашего внимания при подобных измерениях. Поэтому результат измерения диаметра стержня — 2,5 см — число не точное, а **приближенное**.

Как бы тщательно ни производилось измерение, как бы совершенны ни были инструменты, — в результате не может получиться вполне точное число. В технике результаты измерения заключают обычно только 3, редко 4 верных цифры, а зачастую даже и всего 2 верных цифры.

Покажем теперь, как следует производить действия над такими приближенными числами.

Сложение и вычитание. Пусть требуется к длине 422 метра прибавить 6,75 м. Если сложить эти числа как точные, получится 428,75. Но оба числа — приближенные. «422 метра» не означает ровно 422 метра, а 422 метра и еще несколько неизвестных десятых, сотых и т. д. долей метра, которыми при измерении пренебрегли. Значит, мы можем изобразить приближенное число 422 так

422,???

где знаки??? означают неизвестные цифры десятых, сотых и т. д. долей. Точно так же и приближенное число 6,75 можно

изобразить так

6,75?.

Если мы сложим эти числа в таком изображении, т. е. напишем

$$\begin{array}{r} 422,??? \\ +\ 6,75? \\ \hline \end{array},$$

то результат получится такой:

428,???.

(Надо иметь в виду, что? + 5 =? т. е. неизвестная цифра + 5 есть, конечно, неизвестная цифра. Точно так же? + 7 =?. Но так как эта цифра заведомо больше 7, то, отбрасывая ее, мы должны предыдущую цифру увеличить.)

Итак, в результате сложения мы получили 429 целых и неизвестное число десятых, сотых и т. д. долей. Это значит, что сумма приближенных чисел 422 и 6,75 есть приближенное число 429.

Вообще правило сложения приближенных чисел таково: **надо сохранять в результате всего столько цифр после запятой, сколько их имеется в данном числе с наименьшим числом цифр после запятой**. В нашем случае у одного слагаемого совсем нет цифр после запятой; поэтому и в результате надо откинуть все цифры после запятой. То же правило относится и к вычитанию. Приведем несколько примеров применения этого правила.

$$\begin{array}{r} 37,673 \\ +\ 0,52 \\ \hline 38,19 \end{array} \text{ (вместо 38,193)} \qquad \begin{array}{r} 7,8 \\ +\ 2,905 \\ \hline 10,7 \end{array} \text{ (вместо 10,705)}$$

$$\begin{array}{r} 16,483 \\ -\ 3,71 \\ \hline 12,77 \end{array} \text{ (вместо 12,773)} \qquad \begin{array}{r} 21,7 \\ -\ 10,364 \\ \hline 11,3 \end{array} \text{ (вместо 11,336).}$$

Умножение и деление. Пусть нам нужно найти площадь прямоугольника, стороны которого 22,4 метра и 4,3 метра. Перемножая эти числа как точные, мы получили бы 96,32 кв.

метра. Но мы знаем, что оба числа приближенные и что после 4-х десятых долей в первом числе и после 3-х десятых во втором имеются еще неизвестные цифры. Написав эти числа в виде 22,4? и 4,3? и перемножая их, получаем:

$$\begin{array}{r} 22{,}4? \\ \times\ 4{,}3? \\ \hline ???? \\ 672? \\ 896? \\ \hline 96{,}???? \end{array}.$$

Мы видим, что верных цифр в этом произведении всего две и что результат умножения есть не 96,32, а приближенное число 96.

Общее правило умножения приближенных чисел таково: **в результате сохраняют всего столько цифр, сколько их имеется в том из данных чисел, у которого число цифр меньше**.

То же правило относится и к действию деления. (При подсчете числа цифр не принимаются во внимание нули, стоящие впереди и в конце числа, т. е. 0,018 считается за двузначное, 3240 — за трехзначное.)

Приведем примеры:

$76{,}3 \times 1{,}6 = 120,$
$2{,}31 \times 2 = 4{,}6,$
$3{,}445 \times 2{,}3 = 7{,}9,$
$82 : 3{,}25 = 25.$

Степени и корни. При возвышении во вторую и третью степень, а также и при извлечении корня второй и третьей степени в результате сохраняют столько же цифр, сколько их в данном числе (т. е. в возвышаемом числе или в подкоренном).

$$72^2 = 5200; \qquad 1{,}77^2 = 3{,}13;$$
$$0{,}478^2 = 0{,}229; \qquad 6{,}8^3 = 310;$$
$$\sqrt{134} = 11{,}6; \qquad \sqrt[3]{0{,}419} = 0{,}748.$$

К этим правилам прибавим еще два правила:

1) Когда результат какого-нибудь действия не окончательный (т. е. когда с ним предстоит еще производить другие действия), то

сохраняют одной цифрой больше, чем требуют предыдущие правила.

2) Когда приходится перемножать два числа, состоящие не из одинакового числа цифр, то более длинное число можно округлить, оставив только одну лишнюю цифру. То же правило относится и к действию деления. Например, взамен умножения

3,44 $\times$ 5 умножают 3,4 $\times$ 5; взамен деления 3,3: 76,65 делят 3,3:76,6.

История одной игры
Вильгельм Аренс [35]

I

Около полувека назад — в конце 70-х годов — вынырнула в Соединенных Штатах одна игра, «игра в 15»; она быстро распространилась по всему цивилизованному миру и, благодаря несчетному числу усердных игроков, которых она заполонила, превратилась в настоящее общественное бедствие, в истинный бич человечества. Заглавный рисунок, заимствуемый из одного американского сочинения, изображает эту игру: коробку с 15 шашками, перенумерованными от 1 до 15, и одним свободным полем. Перед ящиком мы видим жертву игорной страсти, одного из многочисленных одержимых этой манией; в разгар полевых работ он, поддавшись внезапно приступу игорной лихорадки, кинулся на колени перед демоном, которому поклонялся. Растерянность видна во всей его фигуре, во всех его чертах; лицо искажено отчаянием; правая рука нервно сжата в кулак; левая рука и наморщенный лоб охвачены судорогой. Кожа головы, после ряда усилий, скинула шляпу; волосы дико растрепаны. Забыт труд, покинуты лошадь и плуг; на нем уселась пара птиц; даже заяц, обычно столь пугливый, сознает, что этот потерянный для мира маньяк, всецело погруженный в 15 шашек своей коробки, не представляет для него ни малейшей опасности.

То же наблюдалось и по эту сторону океана, в Европе. Здесь можно было даже в конках видеть коробочки с 15 шашками в суетливых руках, передвигавших шашки по разным направлениям. В конторах и торговых помещениях хозяева приходили в отчаяние от игорного увлечения своих служащих и вынуждены были строгими угрозами воспретить им игру в часы занятий и торговли. Оборотливые содержатели увеселительных заведений ловко использовали эту манию и устраивали у себя большие игорные турниры. Так описывает гамбургский математик Г. Шуберт зарождение игорной эпидемии в его городе.

Даже в торжественные залы германского рейхстага сумел проникнуть змий-искуситель. «Эта вещица поистине околдовывала. Как сейчас вижу я в рейхстаге седовласых людей, сосредоточенно рассматривающих в своих руках квадратную коробочку», — рассказывал, спустя десятилетия, известный географ и математик Зигмунд Гюнтер, бывший в годы игорной эпидемии депутатом рейхстага.

В Париже опасная игра нашла себе приют под открытым небом, на бульварах, и быстро распространилась из столицы по всей провинции.[36] Вскоре, говорят французские источники, не было в провинции ни одного уединенного сельского домика, где

не угнездился бы этот паук, подстерегая жертву, готовую запутаться в его сетях. Настоящий бич человечества, вот какой рисуется эта игра одному французскому автору. «Бедствие, более страшное, чем табак и алкоголь!» — восклицает он в комическом отчаянии.

В 1880 г. игорная лихорадка достигла, по-видимому, своей высшей точки. Вся пестрая, разноязычная литература, порожденная этой игрой, относится к немногим годам между 1879 и 1883.

Вскоре после этого демон, тиранивший стольких людей, был повержен и побежден. Математика — вот его победительница, и победа не была для нее особенно трудной, между тем как «демон алкоголя и табака» никогда, конечно, не будет следовать за ее триумфальной колесницей, сколько бы славы ни сулила победа над ним.

Когда демон был оружием математики повержен во прах, источник мучений столь многих и многих стал ясен для всех. Математическая теория игры обнаружила, что из многочисленных задач, которые могут быть предложены, только половина разрешима, между тем как другая не разрешима никакими ухищрениями.

Стало ясно, почему иные задачи не поддавались самым упорным усилиям; стало ясно, почему устроители турниров отваживались назначать огромные премии за разрешения некоторых задач, и ни один из многочисленных соревнователей не смог овладеть ими.

В этом отношении всех превзошел сам изобретатель игры, предложивший издателю нью-йоркской газеты для воскресного прибавления неразрешимую задачу с премией в 1000 долларов за ее разрешение; и так как издатель колебался, то изобретатель выразил полную готовность внести названную сумму из собственного кармана.

Мы до сих пор не назвали имени изобретателя:

Самуэль (Сэм) Лойд. Он родился в городе Филадельфии. В шахматных кругах он приобрел широкую известность как составитель остроумных задач; кроме того, им придумано множество иных головоломок. Мы воспроизводим здесь портрет

этого изобретательного человека. Любопытно, что ему не удалось получить в Америке патента на придуманную им игру. Хотя Лойд не мог предусмотреть чудовищного успеха своего изобретения и совершенно не ожидал его, он подал заявление о патенте. Согласно инструкции, он должен был представить «рабочую модель» для исполнения пробной партии; он предложил чиновнику патентного бюро неразрешимую задачу, и когда последний осведомился, разрешима ли она, изобретатель должен был ответить: «Нет, это математически невозможно». — «В таком случае, — последовало возражение, — раз задача не разрешима, то не может быть и рабочей модели, а без модели нет и патента». Странным образом Лойд удовлетворился этой мнимой логикой и этой удивительной резолюцией, — но, вероятно, был бы более настойчив, если бы хоть отчасти предвидел неслыханный успех

своего изобретения.

II

Изобретенная в Америке, игра эта получила там и первую свою математическую теорию — в трудах американских математиков Вулсей Джонсона и Вильяма Сторн. Впрочем, независимо от них и вскоре вслед за ними развил основания этой теории также ряд других математиков в различных странах Европы.

Сейчас мы набросаем очерк этой теории, по крайней мере, в главных ее чертах. Задача игры состоит обыкновенно в том, чтобы посредством последовательных передвижений, допускаемых наличием одного свободного поля, перевести любое начальное расположение 15 шашек в нормальное, т. е. в такое, при котором шашки идут в порядке своих чисел: в верхнем левом углу 1, направо — 2, затем 3, потом в верхнем правом углу 4; в следующем ряду слева направо: 5, 6, 7, 8, и т. д. Такое нормальное конечное расположение мы даем здесь на чертеже (схема I).

Вообразите теперь любое начальное расположение шашек, т. е. такое, при котором 15 шашек размещены в пестром беспорядке. Нетрудно убедиться, что рядом передвижений всегда можно привести шашку № 1 на место, занимаемое ею на чертеже. Точно так же возможно, не трогая шашки 1, привести шашку 2 на место рядом с ней, которое она занимает на схеме I.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

Схема I

Затем, не трогая шашек 1 и 2, можно поместить шашки 3 и 4 на свои нормальные места: если они случайно не находятся в двух последних вертикальных рядах, то легко привести их в эту область и затем рядом передвижений достичь желаемого результата. Теперь весь верхний ряд 1, 2, 3, 4 приведен в порядок, и при дальнейших манипуляциях с шашками мы трогать этого

ряда не будем. Таким же путем стараемся мы привести в порядок и вторую строку: 5, 6, 7, 8; легко убедиться, что это всегда достижимо. Далее, на пространстве двух последних рядов необходимо привести в нормальное положение (схема I) шашки 9 и 13: это тоже всегда возможно, в чем нетрудно удостовериться. Из всех приведенных в порядок шашек 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 13 ни одной не перемещают в дальнейшем; остается небольшой участок в 6 полей, в котором одно свободно, а пять остальных заняты шашками 10, 11, 12, 14, 15 в произвольном порядке. Легко, однако, убедиться, что в пределах этого шестиместного участка всегда можно привести на нормальные места шашки 10, 11, 12, и когда это достигнуто, то в последнем ряду шашки 14 и 15 окажутся размещенными либо в нормальном порядке, либо в обратном (схема II). Таким путем, — который здесь был лишь намечен и который читатели легко могут испытать и проверить на деле, — мы приходим к следующему результату.

Любое начальное положение может быть приведено либо к нормальному схемы I, либо к конечному схемы II.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	15	14	

Схема II

Это значительно упрощает задачу: все необозримое разнообразие положений шашек сведено к двум типичным схемам I или II, так что приходится иметь дело лишь с этими двумя. Если некоторое расположение, которое для краткости обозначим буквою *S,* может быть преобразовано в положение схемы I, то, очевидно, возможно и *обратное* — перевести положение схемы I в положение *S.* Ведь все передвижения шашек (все «ходы», как будем говорить кратко), несомненно, обратимы: если, например, в схеме I мы можем шашку 4 поместить на свободное поле, то можно ход этот тотчас взять обратно противоположным движением. И если расположение переводится в расположение не схемы I, а схемы II, то соответственно этому расположение схемы II может быть переведено в расположение *S.*

Итак, мы имеем две серии расположений, таких, что положения одной серии могут быть переведены в «нормальное» I, а другой серии — в положение II. И наоборот, мы уже видели, что из «нормального» расположения можно получить любое положение первой серии, а из расположения схемы II — любое положение второй серии. Наконец, два любых расположения, принадлежащие к одной и той же серии, могут быть взаимно переводимы друг в друга: если оба относятся, например, к первой серии, то это значит, что одно из них может быть переведено в положение схемы I, а положение схемы I переводится в другое из данных двух положений; короче — одно данное положение переводимо в другое, и наоборот.

Возникает вопрос: нельзя ли идти дальше и объединить эти два типичных расположения — схем I и II? Это было бы возможно, если бы одно из них переводилось каким-нибудь образом в другое. Тогда обе серии расположений естественно слились бы в одну. Сопоставляя друг с другом расположения схем I и II, можно строго доказать (не станем входить здесь в подробности), что положения эти не могут быть превращены одно в другое никаким числом передвижений. Это — огонь и вода. Поэтому все огромное число размещений шашек распадается на две разобщенные серии: 1) на те, которые могут быть переведены в «нормальное» схемы I: это — положения *разрешимые;* 2) на те, которые могут быть переведены в положение схемы II и, следовательно, ни при каких обстоятельствах не переводятся в «нормальное» конечное расположение: это — положения *неразрешимые,* те именно, за разрешение которых тщетно назначались огромные премии.

Но как узнать, принадлежит ли заданное расположение к первой или второй серии? Пример разъяснит это.

Рассмотрим представленное здесь расположение.

1	2	3	4
5	6	7	9
8	10	14	12
13	11	15	

Первый ряд шашек в порядке, как и второй, за исключением последней шашки (9). Эта шашка занимает место, которое в «нормальном» расположении принадлежит 8. Шашка 9 стоит,

значит, «ранее» шашки 8; такое упреждение нормального порядка будем называть «инверсией». О шашке 9 мы скажем: здесь имеет место «одна инверсия». Рассматривая дальнейшие шашки, обнаруживаем упреждение для шашки 14; она поставлена на три места (шашек 12, 13, 11) ранее своего нормального положения; здесь у нас 3 инверсии (14 ранее 12; 14 ранее 13; 14 ранее 11). Всего мы насчитали уже 1 + 3 = 4 инверсии. Далее шашка 12 помещена ранее шашки 11, и точно так же шашка 13 — ранее шашки 11. Это дает еще 2 инверсии. Итого имеем, таким образом, 6 инверсий. Подобным образом для каждого заданного расположения устанавливают «общее число инверсий», освободив предварительно последнее место в правом нижнем углу. Если общее число инверсий, как в рассмотренном случае, *четное,* то заданное расположение может быть приведено к «нормальному» конечному; другими словами, оно принадлежит к разрешимым. Если же число инверсий *нечетное,* то данное расположение принадлежит ко второй серии, т. е. к неразрешимым.

За недостатком места мы должны отказаться от строгого доказательства всего изложенного. Но можно наметить кратко главные этапы в ходе этого доказательства. Среди ходов будем различать «горизонтальные» и «вертикальные» (смысл этих слов, конечно, ясен). Легко видеть, что всякий «вертикальный» ход изменяет число инверсий либо на 1, либо на 3, т. е. на нечетное число. Чтобы одно положение шашек перевести в какое-либо другое, необходимо сделать h горизонтальных и v вертикальных ходов, причем — если в обоих положениях свободное поле находится в правом нижнем углу — оба числа, h и v, четные. Горизонтальные ходы не могут изменить инверсий, вертикальные же изменяют их каждый раз на нечетное число, т. е. в общем итоге — так как v число четное — на четное число. Вот почему для переводимости двух расположений (в которых пустое поле находится в правом нижнем углу) одного в другое необходимо, чтобы они различались между собою *четным* числом инверсий. Это условие взаимного перевода является притом не только необходимым, но, очевидно, также и достаточным. — «Нормальное» расположение имеет 0 инверсий, и, следовательно, ему соответствует серия положений с четным числом инверсий (при условии, что свободное поле на одном и том же месте). Расположение II имеет одну инверсию, — его серия есть серия *нечетных* инверсий.

Поучительной в этой игре является и ее история. При своем появлении игра вызвала всюду, как мы уже рассказывали, сильнейшее, прямо лихорадочное возбуждение и породила настоящую манию игры. С этой лихорадкой удалось справиться

только математике. И удалось ей это так полно, что в наши дни подобная страстность в этой игре уже совершенно немыслима. Победа достигнута была благодаря тому, что математика создала исчерпывающую теорию игры, теорию, не оставляющую в ней ни одного сомнительного пункта и превратившую ее в образчик настоящей математической игры. Исход игры зависит здесь не от каких-либо случайностей и даже не от исключительной находчивости, как в других играх, а от чисто математических факторов, предопределяющих исход с безусловной достоверностью.[37]

Примечание редактора

Иллюстрация, приведенная в начале этой статьи, помещена в любопытной книге Сэма Лойда «Энциклопедия головоломок» (Нью-Йорк, 1914). Это большой том, заключающий 5000 разнообразных задач и развлечений, из которых тысяча иллюстрирована. Рисунок интересующей нас игры сопровождается следующим текстом.

«Давнишние обитатели царства смекалки помнят, как в начале 70-х годов я заставил весь мир ломать голову над коробкой с подвижными шашками, получившей известность под именем „игры в 14–15“. Пятнадцать шашек были размещены в квадратной коробочке в правильном порядке, и только шашки 14-я и 15-я были переставлены, как показано на прилагаемой иллюстрации. Задача состояла в том, чтобы, последовательно передвигая шашки, привести их в исходное положение, причем, однако, порядок шашек 14-й и 15-й должен быть исправлен.

Премия в 1000 долларов, предложенная за первое правильное решение этой задачи, никем не была заслужена, хотя тысячи людей уверяли, что выполнили требуемое. Все принялись без устали решать эту задачу. Рассказывали забавные истории о торговцах, забывавших из-за этого открывать свои магазины, о почтенных чиновниках, целые ночи напролет простаивавших под уличным фонарем, отыскивая путь к решению. Непостижимой особенностью игры было то, что никто не желал отказываться от поисков решения, так как все чувствовали уверенность в ожидающем их успехе. Штурманы, говорят, из-за игры сажали на мель свои суда, машинисты проводили поезда мимо станций, торговля была деморализована. Фермеры забрасывали свои плуги, — один из таких моментов изображен на прилагаемой иллюстрации.

	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15

К задаче 2-й

Вот несколько новых задач, кроме той, которая приведена выше.

Задача 2-я. Исходя из расположения, показанного на схеме I, привести шашки в правильный порядок, но со свободным полем в левом верхнем углу (см. чертеж). Задача 3-я. Исходя из расположения схемы I, поверните коробку на четверть оборота и передвигайте шашки до тех пор, пока они не примут расположения чертежа.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

К задаче 3-й

Задача 4-я. Передвижением шашек превратите коробку в „магический квадрат“, а именно: разместите шашки так, чтобы сумма чисел была во всех направлениях равна 30».

РЕШЕНИЯ

Расположение задачи 2-й может быть получено из начального положения следующими 44 ходами:

14, 11, 12, 8, 7, 6, 10, 12, 8, 7
4, 3, 6, 4, 7, 14, 11, 15, 13, 9
12, 8, 4, 10, 8, 4, 14, И, 15, 13
9, 12, 4, 8, 5, 4, 8, 9, 13, 14
10, 6, 2, 1.

Расположение задачи 3-й достигается следующими 39 ходами:

14, 15, 10, 6, 7, 11, 15, 10, 13, 9
5, 1, 2, 3, 4, 8, 12, 15, 10, 13
9, 5, 1, 2, 3, 4, 8, 12, 15, 14
13, 9, 5, 1, 2, 3, 4, 8, 12.

Магический квадрат с суммою 30 получается после ряда ходов:

12, 8, 4, 3, 2, 6, 10, 9, 13, 15
14, 12, 8, 4, 7, 10, 9, 14, 12, 8
4, 7, 10, 9, 6, 2, 3, 10, 9, 6
5, 1, 2, 3, 6, 5, 3, 2, 1, 13
14, 3, 2, 1, 13, 14, 3, 12, 15, 3.

Приведем замечание немецкого математика Шуберта о числе возможных задач при «игре в 15».

«Сколько всего возможно задач, т. е. сколько различных расположений можно дать 15 шашкам, причем каждый раз пустое поле расположено справа внизу? Чтобы определить, сколько перестановок можно получить с помощью 15 предметов, начнем с 2-х предметов: *a* и *b*. Они могут дать лишь две перестановки, именно — *ab* и *ba*. При трех предметах имеется уже втрое больше перестановок, т. е. 6, так как предмет *„a“* может быть поставлен перед *bc* и перед *cb,* и, кроме того, имеются еще две перестановки, начинающиеся с *b,* и две, начинающиеся с *c*. Отсюда можно заключить, что четыре предмета *a, b, c, d* могут дать вчетверо большее число различных перестановок, т. е. $4 \times 3 \times 2 = 24$ перестановки. Продолжая так, можно найти, что 15 шашек допускают всего

$2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10 \times 11 \times 12 \times 13 \times 14 \times 15$

перестановок. Вычислив это произведение, мы найдем для числа задач игры внушительное число:

1 биллион 307 674 миллиона 365 000».

Из этого огромного числа задач ровно половина принадлежит к разрешимым и столько же — к неразрешимым. Заметим еще, что если бы возможно было ежесекундно давать шашкам новое положение, то, чтобы перепробовать все возможные расположения, потребовалось бы, при непрерывной работе круглые сутки, свыше 40 000 лет.

Странная задача на премию
Профессор Г. Симон

Лет 20 тому назад в Берлине подвизался искусный счетчик, предлагавший публике такую задачу (переделываем ее на русский лад):

«Кто сможет уплатить 5 рублей, 3 рубля или 2 рубля полтинниками, двугривенными и пятаками, всего 20-ю монетами, — тому будет выдано наличными деньгами сто рублей».

Посетителям вручались необходимые монеты, — конечно, заимообразно. Но обещанная сотня рублей должна была остаться навсегда в руках счастливца, которому удалось бы решить задачу.

Разумеется, пол-Берлина потело над разрешением этой задачи (стояли как раз жаркие июльские дни), казавшейся не особенно трудной. Сто рублей хорошо пригодились бы всем, значит — стоит потрудиться. По мере того как выяснялась бесполезность попыток, физиономии решавших вытягивались, и розовые мечты о заманчивой награде испарялись. Надежды оказывались обманчивыми. Ловкий счетчик мог безбоязненно обещать в десять раз большую награду. Никто не вправе был бы на нее притязать, ибо задача требует **невозможного**.

Как в этом убедиться?

Нам не понадобится глубоко забираться в дебри алгебры, но все же не будем бояться x, *y* и z.

Рассмотрим сначала, можно ли уплатить требуемым образом **пять рублей**. Пусть для этого нужно × полтинников, *y* — двугривенных и *z* — пятаков. Сумма их должна составить 500 копеек, т. е.

$$50x + 20y + 5z = 100,$$

или, разделив на 5,

$$10x + 4y + z = 100.$$

Это легко осуществить на разные лады. Если, например, взять $x = 8$, то будем иметь

$$80 + 4y + z = 100,$$

или

$4y + z = 20$;

последнему уравнению можно удовлетворить, если принять $z = 4$, или 8, или 12, или 16 и, следовательно, (при $z = 4$) $4y = 16$, $y = 4$. Действительно, 8 полтинников, 4 двугривенных и 4 пятака составляют 500. Однако при этом не выполнено условие употребить в общей сложности 20 монет: мы употребили $8 + 4 + 4 = 16$ монет. К нашему первому уравнению

$10x + 4y + z = 100$

необходимо, следовательно, присоединить второе

$x + y + z = 20$.

Соединяя их в одно, посредством вычитания второго из первого, мы освобождаемся от z и получаем

$9x + 3y = 80$;

теперь сразу становится очевидным, что не может быть таких целых чисел, которые удовлетворили бы этому уравнению. Потому что 9 раз *x,* каково бы ни было x, есть непременно число, кратное 3; то же верно для числа *3y;* следовательно, сумма $9x + 3y$ должна делиться без остатка на 3, то есть никак не может равняться 80.

Задача приводит к противоречивому требованию, и значит — ее решение невозможно.

Совершенно так же невозможно и составление требуемым образом сумм в 3 рубля и в 2 рубля. В первом случае, как каждый легко может убедиться, получается уравнение:

$9x+3y = 40$;

во втором:

$9x+ 3y = 20$.

Оба равенства невозможны, так как ни 40, ни 20 не делятся без остатка на 3.

Сказанным задача собственно исчерпывается. Но поучительно присоединить к ней рассмотрение вопроса, какие же суммы можно этими 20-ю монетами в самом деле уплатить, —

разумеется так, чтобы получилось целое число рублей.

Если обозначим это число рублей через m, то у нас будет уравнение:

$$50x + 20y + 5z = 100m,$$

или

$$10x + 4y + z = 20m,$$

при условии, что

$$x + y + z = 20,$$

откуда путем вычитания имеем:

$$9x + 3y = 20m - 20 = 20(m - 1).$$

Так как $9x + 3y$ кратно 3, то и $20(m - 1)$ должно быть кратно 3.

Но 20 не делится на 3, так что кратным 3 должно быть только $m - 1$.

Если $(m - 1)$ равно 0, 3, 6, 9, 12 и т. д., то m должно быть на единицу больше, т. е. одно из чисел: 1, 4, 7, 10, 13 и т. д. Только такие суммы рублей могут быть уплачены нашими 20-ю монетами. Но очевидно, что 10 рублей — наибольшая сумма, так как 20 полтинников составляют уже 10 рублей. Принимая поэтому только четыре возможных суммы — в 1 р., в 4 р., в 7 р. и в 10 р., имеем четыре случая:

$$9x + 3y - 20(m - 1) = 0,$$ или 60, или 120, или 180,

другими словами,

$$3x + y = 0,$$ или 20, или 40, или 60.

Только эти случаи и надо рассмотреть.

1) **Один рубль**. $3x + y = 0$.

Это равенство возможно лишь тогда, когда и x и y равны нулю, так как, приняв для них даже наименьшее целое число 1, получим 4, а не 0. Единственное решение для этого случая, следовательно, есть $x = 0$, $y = 0$, а потому $z = 20$, т. е.

один рубль можно уплатить, только употребив 20 пятаков.

Рассмотрим теперь другой крайний случай:

2) **Десять рублей**. 3x + y = 60.

Так как *y* должно быть кратно 3 (иначе сумма его с 3x не делилась бы без остатка на 3), то примем *y* = 0, 3, 6… Для случая *y* = 0 имеем × = 20 и г = 0. Это дает нам уже упомянутое решение: 20 полтинников. Но оно и единственное, потому что для *y = 3* имеем × = 19, и (x + *y)* превышает высшую сумму 20.

3) **Четыре рубля**. 3x + *y* = 20.

Принимая

x =0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8…,

получаем, что

y = 20 = 3x = 20, 17, 14, 11, 8, 5, 2 (-1, -4…).

Имеют смысл, очевидно, только первые семь значений. Им соответствуют

z = 0,2,4, 6,8, 10, 12.

Четыре рубля можно, как видим, уплатить 7-ю различными способами, например: 6 полтинниками, 2 двугривенными и 12 пятаками.

4) **Семь рублей**. *3x* + *y* = 40.

Здесь не приходится рассматривать значения для × от 0 до 9, так как при этом для *y* получаются числа от 40 до 13, и (x + *y)* составляет, по меньшей мере, 22, что нарушает требование. Остается рассмотреть поэтому лишь случаи:

x= 10, И, 12, 13,

причем

y = 40-3x= 10, 7, 4, 1,
z = 0,2, 4, 6.

Остальные случаи исключаются, так как ближайшее *y* уже

отрицательное.

Этим вопрос исчерпывается полностью. Кто хотя бы немного имел дело с уравнениями, тот заметил, вероятно, что здесь не приходится оперировать так механически, как обычно. Это оттого, что мы имеем в нашем случае больше неизвестных, нежели уравнений, а именно — 3 неизвестных при 2 уравнениях. Неизвестное *z* мы устранили и получили одно уравнение с двумя неизвестными *x* и *y*. Поэтому задача становится неопределенной; можно лишь установить взаимную обусловленность чисел × и *y*, так что для любого × можно найти соответствующее значение ***y***. В сущности, имеется бесконечное множество пар решений задач такого рода. Но число их ограничивается требованием, вытекающим из сущности задачи, а именно: либо чтобы искомые числа были целые (как в нашей задаче, где речь идет о монетах), либо чтобы они не были отрицательные (наш случай), либо чтобы их сумма не превышала определенного числа (у нас — 20-ти), и т. п.

Итак, возвращаясь к первоначальной задаче, скажем: счетчик мог безопасно посулить сколь угодно большую награду — задача неразрешима. Для вас тем самым открывается легкая возможность предлагать своим друзьям крепкие головоломки. Можете обещать им величайшую награду — не попадетесь: как истые математики, вы можете быть твердо уверены в себе. А кто пожелал бы узнать подробнее об уравнениях вроде рассмотренных выше, пусть спросит своего учителя математики о Диофанте Александрийском.

Примечание редактора Диофант Александрийский

Упомянутый в конце очерка александрийский математик Диофант жил в III веке нашей эры. Им написана была «Арифметика», от которой до нас дошла только первая половина сочинения. В этом труде рассматриваются, между прочим, неопределенные уравнения, которые Диофантом и были впервые введены в математику; поэтому имя его осталось навсегда связанным с этими уравнениями.

О жизни Диофанта известно лишь то, что сообщается в надписи, сохранившейся на его могильном памятнике, — надписи, которая составлена в форме следующей задачи:

> Путник! Здесь прах погребен Диофанта. И числа поведать
> Могут, о чудо, сколь долог был век его жизни.
> Часть шестую его составляло прекрасное детство;
> Двенадцатая часть протекла еще жизни, — покрылся
> Пухом тогда подбородок; седьмую в бездетном
> Браке провел Диофант. Еще пять прошло лет,
> Был осчастливлен рожденьем прекрасного первенца-сына, Коему рок половину лишь жизни прекрасной и светлой
> Дал на земле по сравненью с отцом. И в печали глубокой
> Старец земного удела конец воспринял, проживши
> Года четыре с тех пор, как сына лишился. Скажи,
> Скольких лет жизни достигнув, смерть воспринял Диофант?

Составив уравнение:

$$\frac{x}{6}+\frac{x}{12}+\frac{x}{7}+5+\frac{x}{2}+4=x,$$

узнаем из его решения (x = 84), что Диофант умер 84 лет, женился 21 года, стал отцом на 38 году и потерял сына на 80 году.

Числовые анекдоты
Барри Пэн [38]

1

— Еще веревочку? — спросила мать, вытаскивая руки из лоханки с бельем. — Можно подумать, что я вся веревочная. Только и слышишь: веревочку да веревочку. Ведь я вчера дала тебе порядочный клубок. На что тебе такая уйма? Куда ты ее девал?

— Куда девал бечевку? — отвечал мальчуган. — Во-первых, половину ты сама же взяла обратно…

— А чем же прикажешь мне обвязывать пакеты с бельем?

— Половину того, что осталось, взял у меня Том, чтобы удить в канаве колюшек, хотя там и нет никаких колюшек.

— Старшему брату ты всегда должен уступать.

— Я и уступил. Осталось совсем немного, да из того еще папа взял половину для починки подтяжек, которые лопнули у него от смеха, когда случилась беда с автомобилем. А после понадобилось еще сестре взять две пятых оставшегося, чтобы завязать свои волосы узлом…

— Что же ты сделал с остальной бечевкой?

— С остальной? Остальной-то было всего-навсего 30 сантиметров. Вот и устраивай телефон из такого обрывка!

Какую же длину имела бечевка первоначально?

2

Снимая наколенники, спортсмен спросил веселого малого, считавшего очки:

— Сколько у меня, Билл?

— А вот сколько: часы только что пробили по одному разу на каждую пару ваших очков, — затараторил веселый малый. — А если бы у вас было вдвое более того, что у вас есть, то имелось бы у вас втрое против того, что пробьют часы при следующем бое.

Спрашивается: который был час в начале этого разговора?

3

В воскресенье был устроен в школе детский праздник под открытым небом. Пора было звать ребят к чаю. У палатки, где предполагалось устроить чаепитие, стоял пирожник и заведующий школой. Пирожник был полный мужчина, потому что, по роду своей профессии, питался главным образом остатками пирожных. Заведующий был высок и тонок.

— Да, — сказал пирожник, — будь у нас еще пяток стульев, я мог бы накормить всю компанию в три очереди, по равному числу ребят в каждой. Надо будет поискать, нельзя ли промыслить здесь пять стульев или табуретов.

— Не беспокойтесь, — ответил заведующий, — я распределю их на четыре очереди, в каждой поровну.

— О, тогда на каждую партию придется еще по три лишних стула.

Сколько было детей и сколько стульев?

4

— Зайдите ко мне завтра днем на чашку чая, — сказал старый доктор своему молодому знакомому.

— Благодарю вас. Я выйду в три часа. Может быть, и вы надумаете прогуляться, так выходите в то же время. Встретимся на полпути.

— Вы забываете, что я старик, шагаю в час всего только 3 километра, а вы, молодой человек, проходите, при самом медленном шаге, 4 километра в час. Не грешно бы дать мне немного вперед.

— Справедливо. Так как я прохожу больше вас на 1 километр в час, то, чтобы уравнять нас, я и дам вам этот километр, т. е. выйду на четверть часа раньше. Достаточно?

— Даже очень мило с вашей стороны, — поспешил согласиться старик.

Молодой человек так и сделал: вышел из дому в три четверти третьего и шел со скоростью 4 километра в час. А доктор вышел ровно в три и делал по

3 километра в час. Когда они встретились, старик повернул обратно и направился домой вместе с молодым другом.

Только за чаем сообразил молодой человек, что с льготной четвертью часа вышло не совсем ладно. Он сказал доктору, что из-за этого ему придется в общем итоге пройти вдвое больше, чем доктору.

— Не вдвое, а вчетверо, — возразил доктор, и был прав. Как далеко от дома доктора до дома его молодого знакомого?

5

Возвратившись из театра, где ставили «Фауста», молодой бакалейщик плотно поужинал и лег спать. Возбуждение и переполненный желудок вызвали у него кошмар.

Приснилось ему, что он стоит за прилавком. На прилавке жестянка с чаем, весы и несколько листов оберточной бумаги. Гирь не было.

«Нечем отвешивать, — подумал бакалейщик. — Если забредет покупатель, придется его как-нибудь сплавить».

В ту же минуту появился Мефистофель в красном плаще, застегнутом огромной пряжкой.

— Отвесьте килограмм чаю! — грозно сказал он.

— Слушаюсь, сию минуту пришлем вам на дом… Славная погода нынче, не правда ли? Тепло не по сезону.

— Нечего зубы заговаривать! — рявкнул Мефистофель. — Отвешивайте!

— Простите великодушно… Удивительное происшествие… никогда раньше не случалось… Все наши гири сейчас только отправлены в поверку.

— Вот оно что, — сказал Мефистофель. — А как чашки ваших весов: обе протекают или хоть одна может удержать воду?

— Правая сделана ковшиком, и в нее можно налить воды граммов триста или даже побольше. Левая — совсем плоская.

— Вот и отлично, — сказал Мефистофель, вынимая из-под плаща бутылочку с водой. — В этой бутылочке (сколько она сама весит, я не знаю) ровно 300 граммов воды. Пряжка моего плаща весит 650 граммов. Берите бутылочку и пряжку и отвесьте мне ровно килограмм чаю. Килограмм чистого веса; бумага не в счет.

— Этого никак невозможно сделать, — начал было бакалейщик.

— Нет, возможно! — крикнул Мефистофель так грозно, что бакалейщик проснулся.

Когда он обдумал свой сон, ему стало ясно, что Мефистофель-то был прав: с 300 граммов воды и пряжкой в 650 граммов совсем нетрудно отвесить в точности 1 килограмм чаю.

Каким образом?

6

Старый Осип явился на базар с арбузами и начал торговать. Арбузы были как на подбор все одинаковы.

Первый покупатель взял несколько арбузов, за которые торговец спросил по 36 копеек за штуку. Второй также купил несколько штук, за которые торговец взял по 32 копейки за штуку. Третьему покупка обошлась по 24 копейки штука.

Постовой милиционер, все время присматривавшийся к коммерческим оборотам торговца, также пожелал выступить в роли покупателя.

— Цена на арбузы, я вижу, падает, — сказал он. — У вас остался всего один последний арбуз. Что вы хотите за него?

— 48 копеек, — ответил торговец.

— Вот так раз! — с досадой воскликнул милиционер. — Почему это вы берете с меня дороже, чем со всех других?

— Я ни с кого не беру лишнего, — ответил торговец. — На всем базаре не найдете более добросовестного торговца. Для меня все покупатели равны, такое уж у меня правило. Хочу со всех нажить одинаково, много ли покупают или мало.

Сколько арбузов было у торговца?

7

Учительница задала двум ученицам один и тот же пример на умножение:

1 год 1 мес. $1\frac{1}{4}$ дня $\times$ 36.

Первая девочка умножила сначала на 9, а полученное произведение — на 4. Ответ получился правильный.

Вторая девочка умножила сначала на 4, а потом на 9 и тоже получила правильный ответ.

Учительница оценила обе работы одинаково. Если предполагать, что вторая девочка избрала свой путь решения вполне сознательно, то учительница поступила несправедливо, дав обоим ответам одинаковую оценку. Почему?

Добавление редактора Решения задач

1) После того как мать взяла половину, осталась $^1/_2$, после заимствования старшего брата осталась $^1/_4$, после отца $^1/_8$, после сестры $^1/_8 \times {}^3/_5 = {}^3/_{40}$. Если 30 сантиметров составляет $^3/_{40}$ первоначальной длины, то искомая длина равна $30:{}^3/_{40} = 400$ сантиметрам, или 4 метрам.

2) Пусть часы пробили x. Наличное число очков надо обозначить через 2x. Если их было вдвое больше, т. е. 4x, то это число превышало бы втрое число ударов часов при последующем бое, т. е. (x + 1). Следовательно, имеем уравнение $^{4x}/_3 = x + 1$, откуда x = 3. Было 3 часа.

3) Обозначим число наличных стульев через x. Тогда число учеников можно выразить двояко: через 3 (x + 5) и через 4 (x — 3). Оба выражения должны быть равны, откуда имеем уравнение

$$3(x + 5) = 4(x — 3).$$

Решив его, находим x = 27. Следовательно, стульев было 27, а учеников $3 \times (27 + 5) = 96$.

4) Обозначим расстояние между домами через x. Молодой человек всего прошел 2x, а доктор вчетверо меньше, т. е. $^x/_2$—. До встречи доктор прошел половину пройденного им пути, т. е. $^x/_4$, а молодой человек — остальное, т. е. $^{3x}/_4$. Свою часть пути доктор прошел в $^x/_{12}$ часов, а молодой человек — в $^{3x}/_{16}$ часов, причем мы знаем, что он был в пути на $^3/_4$ часа дольше, чем доктор. Имеем уравнение:

$$\frac{3x}{16} - \frac{x}{12} = \frac{1}{4},$$

откуда × = 2,4 километра. Итак, от дома молодого человека до дома доктора — 2,4 километра.

5) Налив 300 граммов воды в чашку весов, отвешиваем этой «водяной гирей» сначала 300 граммов чаю. Затем, положив на одну чашку весов эти 300 граммов чаю, кладем на другую — пряжку, т. е. 650 граммов, и досыпаем на менее нагруженную чашу в отдельный пакет столько чаю, чтобы весы пришли в равновесие, — т. е. 350 г. Отвесив еще с помощью пряжки 650 г чаю, имеем 650 г + 350 г = 1000 г, т. е. 1 килограмм.

6) Обозначим себестоимость одного арбуза через x. Тогда чистая прибыль от продажи одного арбуза первой партии равна

36 — x, второй 32 — x, третьей 27 — x, наконец, последнего арбуза 48 — x. Так как чистая прибыль от продажи каждой партии одинакова, то число арбузов в первой партии должно равняться $\frac{48-x}{36-x}$, во второй $\frac{48-x}{32-x}$, в третьей $\frac{48-x}{27-x}$.

Все эти выражения, согласно условию задачи, суть целые числа. Надо, следовательно, подобрать для × такое значение, при котором выражения

$$\frac{48-x}{36-x}, \quad \frac{48-x}{32-x}, \quad \frac{48-x}{27-x}$$

превращаются в целые числа. Нетрудно найти, путем нескольких испытаний, что этому условию удовлетворяет только × = 24. Тогда первое выражение равно 2, второе — 3, третье — 8. Другими словами, в первой партии было 2 арбуза, во второй 3, в третьей 8. Всего же арбузов было привезено торговцем 2 + 3 + 8 + 1 = 14.

7) Способ второй ученицы удобнее, так как при умножении 1 года 1 мес. 1 $^1/_4$ дней на 4 — мы сразу освобождаемся от дроби, и тогда умножение на 9 выполняется легче. Способ первой ученицы таких удобств не дает, он более громоздкий. Поэтому учительница должна была дать второму решению более высокую оценку.

Хитрое разрешение мудреной задачи
В. Г. Бенедиктов [39]

Одна баба, торговавшая яйцами, имея у себя к продаже девять десятков яиц, отправила на рынок трех дочерей своих и, вверив старшей и самой смышленой из них десяток, поручила другой 3 десятка, а третьей полсотни. При этом она сказала им:

— Условьтесь наперед между собой насчет цены, по которой вы продавать будете, и от этого условия не отступайтесь; все вы крепко держитесь одной и той же цены; но я надеюсь, что старшая дочь моя, по своей смышлености, даже и при общем между вами условии, по какой цене продавать, сумеет выручить столько за свой десяток, сколько вторая выручит за 3 десятка, да научит вторую сестру выручить за ее 3 десятка столько же, сколько младшая выручит за полсотни. Пусть выручки всех троих да цены будут одинаковы. Притом я желала бы, чтоб вы продали все яйца так, чтобы пришлось круглым счетом не меньше 10 копеек за десяток, а за все 9 десятков — не меньше 90 копеек, или 30-ти алтын.

Задача была мудреная. Дочери, идучи на рынок, стали между собой совещаться, причем вторая и третья обращались к уму и совету старшей. Та, обдумав дело, сказала:

— Будем, сестры, продавать наши яйца не десятками, как это делалось у нас до сих пор, а семерками: семь яиц — семерик; на каждый семерик и цену положим одну, которой все и будут крепко держаться, как мать сказала. Чур, не опускать с положенной цены ни копейки. За первый семерик алтын, согласны?

— Дешевенько, — сказала вторая.

— Ну, — возразила старшая, — зато мы поднимем цену на те яйца, которые за продажею круглых семериков в корзинах у нас останутся. Я заранее проверила, что яичных торговок, кроме нас, на рынке никого не будет. Сбивать цены некому; на остальное же добро, когда есть спрос, а товар на исходе, известное дело, цена возвышается. Вот мы на остальных-то яйцах и наверстаем.

— А почем будем продавать остальные? — спросила младшая.

— По 3 алтына за каждое яичко. Давай, да и только. Те, кому очень нужно, — дадут.

— Дорогонько, — заметила опять средняя.

— Что ж, — подхватила старшая, — зато первые-то яйца по семеркам пойдут дешево. Одно на другое и наведет.

Согласились.

Пришли на рынок. Каждая из сестер села на своем месте отдельно и продает. Обрадовавшись дешевизне, покупщики и покупщицы бросились к младшей, у которой было полсотни яиц, и все их расхватали. Семерым она продавала по семерику и выручила 7 алтын, а одно яйцо осталось у нее в корзине. Вторая, имевшая 3 десятка, продала 4-м покупательницам по семерику и в корзине у нее осталось два яйца: выручила она 4 алтына. У старшей купили семерик, за который она получила один алтын;

3 яйца осталось.

Вдруг явилась кухарка, посланная барыней на рынок с тем, чтобы купить непременно десяток яиц во что бы то ни стало. На короткое время к барыне в гости приехали сыновья ее, которые страшно любят яичницу. Кухарка туда-сюда по рынку мечется: яйца распроданы; всего у трех торговок, пришедших на рынок, осталось только 6 яиц: у одной — одно яйцо, у другой — 2, у третьей — 3. Давай и те сюда!

Разумеется, кухарка прежде кинулась к той, у которой осталось 3, а это была старшая дочь, продавшая за алтын свой единственный семерик. Кухарка спрашивает:

— Что хочешь за свои 3 яйца?

А та в ответ:

— По три алтына за яичко.

— Что ты? С ума сошла! — говорит кухарка.

А та:

— Как угодно, — говорит, — ниже не отдам. Это последние.

Кухарка бросилась к той, у которой 2 яйца в корзине.

— Почем?

— По 3 алтына. Такая цена установилась. Все яйца вышли.

— А твое яйчишко сколько стоит? — спрашивает кухарка у младшей.

Та отвечает:

— Три алтына.

Нечего делать. Пришлось купить по неслыханной цене.

— Давайте сюда все остальные яйца.

И кухарка дала старшей за ее 3 яйца — 9 алтын, чго и составило с имевшимся у нее алтыном — 10; второй заплатила она за ее пару яиц — 6 алтын; с вырученными за 4 семерика 4-мя алтынами это составило также 10 алтын. Младшая получила от кухарки за свое остальное яичко — 3 алтына и, приложив их к 7-ми алтынам, вырученным за проданные прежде 7 семериков, увидела у себя в выручке тоже 10 алтын.

После этого дочери возвратились домой и, отдав матери своей каждая свои 10 алтын, рассказали, как они продавали и как, соблюдая относительно цены одно общее условие, достигли того, что выручки как за один десяток, так и за три десятка и за полсотни оказались одинаковыми.

Мать была очень довольна точным выполнением данного ею дочерям своим поручения и находчивостью своей старшей дочери, по совету которой оно выполнилось; а еще больше осталась довольна тем, что и общая выручка дочерей — 30 алтын, или 90 копеек, — соответствовала ее желанию.

Примечание редактора Увеселительная арифметика в.г. бенедиктова

В библиотеке Русского Общества Любителей Мироведения в Ленинграде хранится найденная лишь в 1924 г. неопубликованная рукопись поэта В.Г. Бенедиктова, посвященная математическим развлечениям (поэт в последние годы жизни посвящал свой досуг занятиям математикой и астрономией).

Рукопись эта представляет собою, по-видимому, вполне законченное сочинение небольшого объема (около двух печатных листов) и является, по всем признакам, не переводом, а трудом самостоятельным. На рукописи нет даты ее составления, но можно установить, что она относится к 1869 году, за пять лет до смерти поэта. Указание это извлечено мною из данных одного расчета в последней главе рукописи, где автор говорит о 7376 годах, «насчитываемых от сотворения мира»: это соответствует, по церковному летосчислению, 1868 годам нашей эры.

Заглавие рукописи неизвестно, так как первый лист не сохранился. О характере же труда и его назначении говорится в кратком «вступлении» следующее:

«Арифметический расчет может быть прилагаем к разным увеселительным занятиям, играм, шуткам и т. п. Многие так называемые *фокусы* (подчеркнуто в рукописи) основываются на числовых соображениях, между прочим и производимые при посредстве обыкновенных игральных карт, где принимается в расчет или число самих карт, или число очков, представляемых теми или другими картами, или и то и другое вместе. Некоторые задачи, в решение которых должны входить самые громадные числа, представляют факты любопытные и дают понятие об этих превосходящих всякое воображение числах. Мы вводим их в эту дополнительную часть арифметики. Некоторые вопросы для разрешения их требуют особой изворотливости ума и могут быть решаемы, хотя с первого взгляда кажутся совершенно нелепыми и противоречащими здравому смыслу, как, например, приведенная здесь, между прочим, задача под заглавием „Хитрая продажа яиц“. Прикладная практическая часть арифметики требует иногда не только знания теоретических правил, излагаемых в чистой арифметике, но и находчивости, приобретаемой через умственное развитие при знакомстве с различными сторонами не только дел, но и безделиц, которым поэтому дать здесь место мы сочли не излишним».

Сочинение разбито на 20 коротких ненумерованных глав,

имеющих каждая особый заголовок — в стиле сходного по содержанию старинного труда Баше-де-Мезирьяка «Занимательные и приятные задачи», единственного сборника арифметических развлечений, с которым наш поэт мог быть знаком. Первые главы носят следующие заголовки: «Так называемые магические квадраты», «Угадывание задуманного числа от 1 до 30», «Угадывание втайне распределенных сумм», «Задуманная втайне цифра, сама по себе обнаруживающаяся», «Узнавание вычеркнутой цифры» и т. п. Затем следует ряд карточных фокусов арифметического характера. После них— любопытная глава «Чародействующий полководец и арифметическая армия» (оригинальный, незаимствованный сюжет); умножение с помощью пальцев, представленное в форме анекдота; перепечатанная нами выше задача с продажей яиц. Предпоследняя глава «Недостаток в пшеничных зернах для 64 клеток шахматной доски» рассказывает старинную легенду об изобретателе шахматной игры.

Наконец, 20-я глава: «Громадное число живших на земном шаре его обитателей» заключает очень любопытный подсчет. «Предположим, что первоначально от одной пары людей произошло две пары, что от каждой из этих пар произошло по две пары, и потом каждая пара производит две пары. По этому предположению размножение на земле людей шло в геометрической прогрессии: 1, 2, 4, 8,16, 32… Возьмем столько членов этой прогрессии, сколько могло перейти человеческих поколений в течение 7376 лет, насчитываемых от сотворения мира [по библейскому исчислению; отсюда выясняется дата рукописи: 1869 г.]. Положим на каждое поколение 50 лет». Насчитывая всех поколений, начиная от первой пары человеческих существ, 140 и беря 140 членов прогрессии, автор приходит к выводу, что число всех живших на земле людей достигает 4 септильонов. «Половину из этого числа отбросим, принимая в соображение, что многие из родившихся умирают в младенчестве… Значит, останемся только при двух септильонах». Септильоном Бенедиктов называет единицу с 42 нулями.

Далее, вес этого количества людей — «160 септильонов фунтов» — он сопоставляет с «весом» земного шара, который принимает в $3^1/_2$ квадрильона фунтов (вместо 14 квадрильонов).

Результат получается поистине разительный: общий вес всех прежде живших людей превышает вес, земного шара в 45 триллионов раз. Исправленный расчет дал бы 10 триллионов, что, конечно, мало меняет дело. «Это показывает, заключает автор, что один и тот же вещественный материал, из которого формировались телесные составы живших на свете людей, был в

обороте по крайней мере 45 триллионов раз, и за каждую вещественную частицу, перебывавшую в различных живых человеческих телах, могли бы спорить 45 триллионов индивидуумов».

Результат этот станет еще более поразителен, если принять в расчет, что человечество существует на земном шаре не 7 тысяч лет, а около полумиллиона. Далее, надо иметь в виду, что не вся масса земного шара участвовала в «формировании телесных составов живших на свете людей», а только масса поверхностного слоя нашей планеты, составляющего незначительную часть всего объема Земли. Наконец, в споре за «каждую вещественную частицу, перебывавшую в живых телах», должно было предъявить свои права и бесчисленное множество животных, населявших нашу планету, начиная с древнейших геологических эпох…

Все эти ошеломляющие выводы, однако, совершенно нереальны. Они основаны на грубо ошибочном допущении, что каждая пара людей, жившая на Земле, производила две пары. В действительности же огромное число людей умирало, не успев оставить никакого потомства. Вспомним хотя бы о детской смертности, уносящей даже в наше время так много обитателей Земли; в отдаленные времена смертность детей была, без сомнения, еще значительнее. Это совершенно опрокидывает приведенные раньше соображения и расчеты. Правильный расчет дает для численности всего прежде жившего человечества цифру порядка только нескольких десятков биллионов. Масса такого числа людей составляет лишь около одной десятимиллиардной доли массы нашей планеты. При равномерном покрытии земного шара подобный объем образовал слой толщиною, примерно, в 1–2 десятых доли миллиметра. Сказанное даже отдаленно непохоже на необычайную картину, нарисованную Бенедиктовым.

Возвращаясь к рукописи, надо отметить еще, что в период ее составления (1869 г.) на русском языке не было еще ни одного сочинения подобного содержания, не только оригинального, но даже и переводного. Да и на Западе имелись только два старинных французских сочинения — Баше-де-Мезирьяка (1612 г.) и 4-томный труд Озанама (1694 г. и ряд позднейших переизданий). По планировке и отчасти по содержанию сочинение Бенедиктова приближается к книге Баше.

notes

Примечания

1

Даровитого германского математика, физика, философа и беллетриста Курда Лассвица (1848–1910) часто называют «немецким Жюлем Верном», так как он был первым удачным последователем знаменитого французского романиста. Особенно широкую известность получил его большой астрономический роман «На двух планетах» (1897) — одно из лучших произведений научной фантастики. Печатаемые в настоящем сборнике два его рассказа появляются в русском переводе впервые.

Рассказ «На мыльном пузыре» написан в 1887 г. Он приведен здесь с незначительными сокращениями (исключены излишние длинноты). — *Ред.*

2

Здесь под биллионом надо понимать миллион миллионов (1 000 000 000 000). — *Ред.*

28 часов содержит около 100 000. — *Ред.*

4

Избрав имя, созвучное с именем Галилея, автор, по-видимому, желает подчеркнуть сходство судьбы обоих мыслителей. — *Ред.*

Или изолированная часть вселенной, за пределы которой наблюдатели не могут выйти.

Однако масса тела должна быть изменена в иное число раз, чем линейные протяжения. Этот вопрос выходит за пределы геометрии и должен рассматриваться с точки зрения механики.

Поучительно сопоставить с этим тот факт, что дети в начале обучения грамоте не замечают никакой разницы между Р и Ч, если не видят их одновременно.

Не излишне отметить, что эта относительность не есть та, о которой трактует так называемый «принцип относительности» — новое учение о пространстве и времени, созданное Альбертом Эйнштейном. Изложенные здесь соображения могут лишь служить некоторой подготовкой мышления к пониманию крайне трудной по своей отвлеченности теории гениального германского физика.

9

Извлечение сделано по переводу Е.М. Чистяковой-Вэр. Повесть знаменитого английского романиста появилась в подлиннике в 1894 г.

10

Отрывок из романа «Гектор Сервадак» (1877). Сюжет романа — астрономический: комета задевает земной шар в области Средиземного моря и уносит с собою часть земной поверхности вместе с несколькими обитателями — французами и русскими, благополучно пережившими катастрофу. Жизнь их на этом небесном теле — Галлии — и составляет главное содержание романа. — *Ред.*

11

По новейшим измерениям средний диаметр земли = = 12 736 км.

12

Выкладки здесь и далее проверены и исправлены редактором. — *Ред.*

13

Так как Галлия делала оборот вокруг Солнца в два года и этот период был разделен обитателями кометы на 12 частей, то месяцы на Галлии были также вдвое длиннее земных. — *Ред.*

14

Напряжение тяжести на поверхности небесного тела зависит, впрочем, не от одной лишь массы этого тела, но и от величины его радиуса. — *Ред.*

15

Имя торговца, также очутившегося на комете.

16

Маленькое судно.

17

Вот вес французских монет:

Золотых: 100 фр. — 32,25 грамма; 50 фр. — 16,12 г; 20 фр. — 6,45 г; 10 фр. — 3,22 г; 5 фр. — 1,61 г.

Серебряных: 5 фр. — 25 г; 2 фр. — 10 г; 1 фр. — 5 г; $^{*}/_{2}$ фр.-2,5 г.

Медных: 10 сант. — 10 г; 5 с. — 5 г; 2 с. — 2 г; 1 с. — 1 г.

Примеч. Ж. Верна.

18

По этому поводу знаменитый астроном рассказывал о следующем забавном случае. Однажды в его гостиную вошел незнакомый ему молодой человек, вежливо поклонившийся профессору.

— С кем имею удовольствие разговаривать? — осведомился Араго.

— О, м-сье Араго, вы наверное хорошо знаете меня: я посещаю аккуратно ваши лекции, а вы не спускаете с меня взгляда во все время чтения.

Примеч. Ж. Верна.

19

Здесь биллионом называется миллион миллионов, а триллионом — миллион таких биллионов. В подлиннике проведена другая система наименований: биллионом (или миллиардом) называется 1000 миллионов, триллионом — миллион миллионов, и далее каждой тысяче (а не миллиону) единиц предыдущего наименования дается новое название: квадрильон, квинтильон, секстильон, септильон, октальон, нональон, декальон, эндекальон, додекальон. — *Ред.*

20

Миллиард минут истекло лишь 29 апреля 1902 г. в 10 ч 40 мин утра. — *Ред.*

Числовые данные приведены в исправленном виде. — *Ред.*

Числовые данные приведены в исправленном виде. — *Ред.*

23

В подлиннике это число названо: «два нональона» (согласно другой системе наименования больших чисел). — *Ред.*

24

Английский беллетрист. Рассказ передан здесь в извлечении по переводу Н. Жаринцевой (1900). — *Ред.*

25

В 1895 г. Хотя Фритиофу Нансену удалось проникнуть тогда только до 86°4′ сев. широты, многие газеты, недостаточно осведомленные, поспешили оповестить, что Нансен открыл полюс. — *Ред.*

Число упражнений, выполняемых с помощью живого планетария, довольно велико, и их можно всячески видоизменять. Кто интересуется ими, тому советуем обратиться к книге Н. Платонова «Практические занятия по начальной астрономии».

27

Написан в 1904 г. Переведен с несущественными пропусками.

28

Напомним, что на пишущей машине имеется обычно не более 80 различных знаков. — *Ред.*

29

См. примечание 1-е на с. 96.

30

См. примечание 2-е на с. 97.

31

Идея эта принадлежит, собственно, Лейбницу; Лассвиц лишь облек ее в форму рассказа.

32

Единственное, для чего может, пожалуй, пригодиться механический способ составления фраз из отдельных букв — это подыскание так называемых «анаграмм». Анаграммой какого-нибудь предложения называется другая фраза, составленная из тех же самых букв, что и первая, но размещенных в ином порядке. Анаграммы могут существовать даже и для сравнительно коротких фраз. Вот любопытный пример нескольких анаграмм предложения:

ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

1) Не теряйте дара своих сил, проснитесь!

2) Лида, не растеряйте своих, проснитесь!

3) Радость при Ленине, сотрясайте их все!

Но и эти 4 фразы приходятся на огромное число бессмысленных сочетаний тех же букв, определяемое произведением

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6$……..$30 \cdot 31 = 7$ с 33 цифрами.

33

Знаменитый греческий историк посетил Египет за 300 лет до нашей эры.

Значение «пи» с тою точностью, которая получена здесь из соотношений размеров пирамиды, стало известно европейским математикам только в XVI веке.

35

Доктор Вильгельм Аренс широко известен своими исследованиями в области математических игр. Главный его труд «Математические развлечения и игры», в двух больших томах, разрабатывает эту область с исчерпывающей полнотой и строгой научностью. Ему принадлежат также следующие сочинения: «Математические развлечения» (более краткое и общепонятное, чем упомянутое выше; есть русский перевод), «Старое и новое из области занимательной математики», «Забава и дело в математике», «Анекдоты о математиках». — Предлагаемый здесь очерк опубликован в 1924 г. в одном математическом сборнике и появляется на русском языке впервые. — *Ред.*

36

Во Франции игра эта более известна под названием *такен. — Ред.*

37

«Такен (игра в 15), — говорит французский математик Люка, — не только весьма интересная игрушка, но также и прибор, с помощью которого чрезвычайно легко дать наглядное понятие об одном из важнейших отделов алгебры, а именно о *теории определителей,* принадлежащей Лейбницу. Поэтому теорию и практические приемы игры в такен можно считать своего рода подготовкой к изучению этой части алгебры». — *Ред.*

38

Современный английский беллетрист. Английские меры подлинника заменены метрическими, вследствие чего пришлось несколько видоизменить и самые задачи. — *Ред.*

39

Из неизданной рукописи поэта В.Г. Бенедиктова, относящейся к 1869 году.